

*Тихомиров Юрий Валентинович*

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ ПО КУРСУ ФИЗИКИ

### ВВЕДЕНИЕ

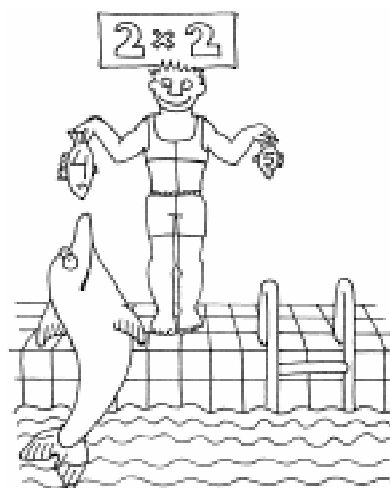
Ни одна система обучения не может обойтись без контроля степени освоения учебного материала на требуемом уровне, которое обычно коротко называют «контролем знаний». В разработанных до настоящего времени системах дистанционного обучения для контроля знаний как правило использовалось тестирование на основе простейших тестовых заданий с выборочным ответом. Прообразом такой системы педагогического тестирования являлась система психологического тестирования, качество которой практически не зависело от формы заданий. В педагогическом тестировании использование заданий с выборочным ответом дает недостаточно достоверные результаты контроля, особенно при многократном использовании одних и тех же заданий при дистанционном обучении в режиме off-line.

В связи с этим возникла необходимость разработки системы тестирования и самотестирования результатов процесса обучения, которая давала бы достоверные результаты контроля, то есть такие, которым мог бы доверять и обучающийся, и преподаватель.

Был проведен анализ результатов использования в стандартном учебном процессе вариантов тестирования знаний с использованием известных форм тестовых заданий. Он показал, что широко используемые в компьютерном тестировании за-

дания с выборочным ответом имеют целый ряд существенных недостатков. Не останавливаясь подробно на всех этих недостатках, отметим только, что многие преподаватели считают, что такие задания контролируют не знания, а умение выбрать более или менее правдоподобный ответ из предложенного набора.

Например, если обучающийся выбрал из некоторого предложенного набора правильную формулировку требуемого закона (или правила, или пункта инструкции и т. д.), то это совершенно не гарантирует, что он помнит и способен самостоятельно воспроизвести эту формулировку устно или письменно по памяти.



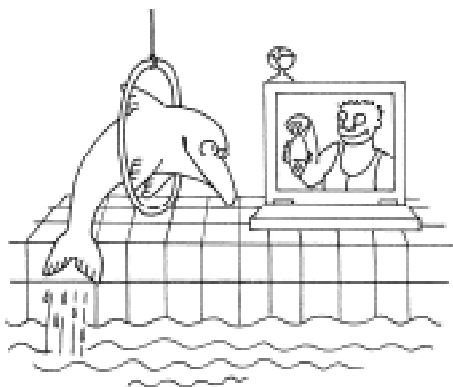
*...такие задания контролируют не знания, а умение выбрать более или менее правдоподобный ответ из предложенного набора...*

Некоторые могут возразить, что в физике и многих других дисциплинах главным является не запоминание законов, определений, формулировок и т. д., а способность их применить. Поэтому надо контролировать сразу способность решать задачи, а при таком контроле достаточно проверить правильность числового значения ответа, что легко сделать, предложив несколько чисел для выбора.

Действительно, выбрав правильное число, студент, возможно, правильно решал задачу. Но какова вероятность этого? Правильно ли он понял условие, правильно ли выбрал законы, правильно ли их применил, понимает ли физический смысл ответа и, главное, сможет ли решить задачу, похожую на данную? Без ответов на поставленные вопросы обучающийся сам не может быть удовлетворен полученным положительным результатом контроля. Особенно это важно для дистанционного варианта обучения. Контроль результатов процесса обучения в дистанционной форме должен быть максимально достоверным, подробным, регулярным.

### РЕГУЛЯРНОСТЬ КОНТРОЛЯ

Как известно, любой процесс обучения включает в себя три основных этапа: получение (презентация) информации, обработку и/или переработку (интериоризация) информации (так называемые рабочие



*Современные компьютерные средства позволяют обеспечить постоянный контроль за деятельностью обучающегося на всех этапах процесса обучения...*

этапы), обобщение результатов и коррекцию процесса (заключительные этапы). Современные компьютерные средства позволяют обеспечить постоянный контроль за деятельностью обучающегося на всех этапах процесса обучения.

Заметим, что постоянный контроль в традиционном варианте педагогического процесса возможен только при индивидуальном обучении, когда преподаватель имеет ежеминутный контакт со студентом (обычно такой режим называют репетиторством). Вряд ли кто будет отрицать, что такой вариант дает наиболее ощутимые плоды для школьника и студента с любым уровнем подготовки.

Современные компьютерные мультимедийные обучающие системы могут приблизиться к указанному уровню обучения, если они будут оснащены соответствующей системой контроля за ходом процесса обучения. Тогда нам удастся в какой-то степени смоделировать так сказать «виртуального преподавателя», постоянно присутствующего рядом с тем, кто самостоятельно работает над учебным материалом.

Необходим ли и как может выглядеть компьютерный тестовый контроль на первом этапе обучения, то есть контроль за процессом получения информации? За ответом обратимся к педагогическому опыту. Излагая материал на уроке (лекции) или в режиме репетиторства мы время от времени останавливаемся и просим ответить на какой-то легкий вопрос, чтобы проконтролировать степень внимания к излагаемому материалу. Этот прием смоделирован и в компьютерном варианте системы обучения, то есть с помощью «виртуального преподавателя», с которым постоянно общается студент в процессе обучения.

Первоначальное предъявление информации в компьютерном мультимедийном варианте обучения (приложении к учебнику) очень похоже на лекцию (рассказ учителя), в которой используется визуальный и звуковой каналы передачи информации (изображение и речь преподавателя, надписи на доске, лекционные демонстрации, модели и т. п.). Предъявление информации

не должно ограничиваться только теоретическими сведениями типа определение, закон, формула и т. д. После предъявления материала всей темы должны быть показаны алгоритмы применения теоретических сведений для решения конкретных задач и продемонстрировано их применение на конкретном примере.

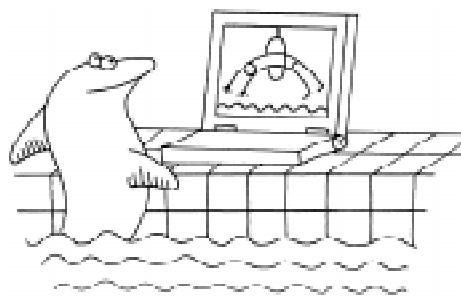
Аудио-визуальный блок образует *первый* теоретический блок информации, предлагаемой обучающемуся (студенту или школьнику). Контроль процесса освоения обучающимся этой информации в данном блоке желателен, но необязателен.

При первоначальном получении информации обучающийся осваивает ее на уровне «иметь представление», то есть способности понять и в самых общих чертах воспроизвести. Для такого освоения необходимо только постоянное внимание обучающегося. Это обеспечивается в основном усилиями самого обучающегося при поддержке «виртуального преподавателя».

Затем начинаются этапы ее обработки (интериоризации), для того чтобы освоить ее на заданном уровне. Этому служит в первую очередь повторное и более сжатое предъявление материала на экране компьютера, которое имеет вид конспекта. В нем должен быть достаточно значительным объем материала, который необходимо освоить на уровне «знать», то есть способности воспроизвести полностью (см. рисунок 1).

Отдельные пункты лекции могут быть повторно прослушаны в аудио-визуальном режиме. В узловых пунктах конспекта предлагаются задания, с помощью которых обучающийся может определить, освоил ли он прочитанный материал на уровне «иметь представление». Конспект лекции вместе с контролирующими заданиями образуют второй блок информации.

Заметим, что при традиционном (лекционном) изложении материала преподаватель обычно выделяет наиболее важные моменты и обеспечивает



*Первоначальное предъявление информации в компьютерном мультимедийном варианте обучения ... очень похоже на лекцию...*

конспектирование их, например, задиктовывая определения, законы, правила и т.д. или записывая их на доске в темпе, который доступен обучающимся. «Виртуальный преподаватель» в мультимедийном приложении к учебнику также выделяет эти наиболее важные моменты и предъявляет их после завершения конспективного предъявления материала всей темы (лекции). Мы называем эту часть учебного материала «Основные определения, законы и формулы» или «Ядро учебного материала» темы.

Здесь содержится учебный материал, который должен быть сначала освоен на уровне «знать», то есть способности воспроизвести полностью, а затем – на уровне «уметь применить». После каждого утверждения в этом блоке информации должно присутствовать соответствующее тестовое задание, позволяющее самому обучающемуся определить, освоил ли он данное утверждение на данном уровне. Так называемое

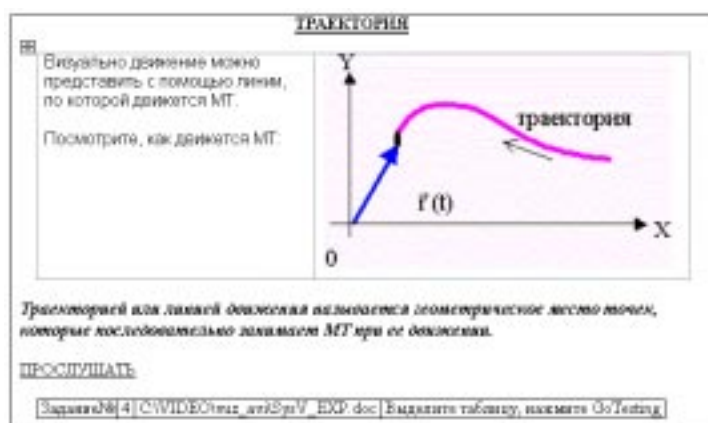


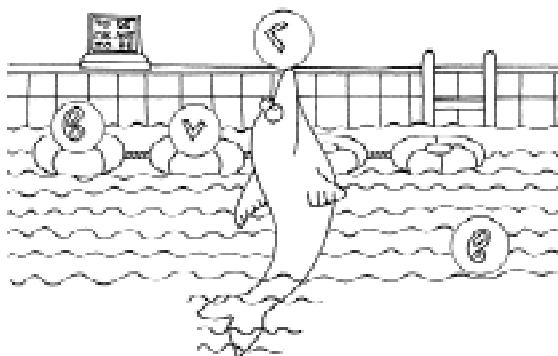
Рисунок 1. Кадр конспекта



*... учебный материал, который должен быть сначала освоен на уровне "знать", ... а затем — на уровне "уметь применить".*

«Ядро учебного материала» вместе с контролирующими заданиями образуют третий блок учебного материала.

Четвертый блок учебного материала составляют отдельные его элементы, которые должны быть освоены на уровне умений и навыков, то есть способности использовать теоретические сведения о формулах и алгоритмах в конкретных условиях для решения определенных проблем. Для физики конкретные условия формулируются в форме задач, в которых описываются реальные объекты и реальные процессы, в которых они участвуют. Часть характеристик объектов, процессов и окружающей среды заданы в условии задачи, а часть надо найти, применив указанные выше знания. Освоение материала четвертого блока (правильность решения задач для самостоятель-



*...при использовании компьютеров наиболее эффективными являются тестовые задания с конструированием ответа из логических элементов...*

ной работы) контролируется с помощью специальных тестовых заданий.

В пятый блок учебного материала входят модели конкретных объектов и лабораторные работы с реальными (или модельными, но максимально близкими к реальным) объектами природы. Здесь мы не будем останавливаться на контроле результатов обучения, достигаемых в виртуальном физическом практикуме, разработанном совместно с компанией Физикон. Это предмет особого рассмотрения и исследования.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Педагогическое тестирование есть контроль результата процесса обучения, то есть решение проблемы, достигнут ли требуемый уровень освоения учебной информации. В результате получаем ответ (ДА или НЕТ), имеющий определенную оценку достоверности. Достоверность контроля есть вероятность того, что удачно прошедшие тестовый контроль получают положительную оценку при любой форме педагогического контроля. Например, если мы контролируем освоение данного элемента материала на уровне «знание», то студент, прошедший компьютерное тестирование с положительной оценкой, должен воспроизвести наизусть контролируемое утверждение полностью в идеальных условиях отсутствия подсказок и шпаргалок. Относительное количество таких студентов и есть достоверность данного метода компьютерного тестирования (или данного тестового задания).

Ясно, что задания с выборочным ответом (закрытой формы) имеют чрезвычайно низкую достоверность и требуют постоянного обновления. Кроме того, предлагая в выборке неверные ответы, такие задания порождают ложные знания, поскольку предъявленная в выборке неверная информация запоминается человеком помимо его воли.

Многолетние теоретические и экспериментальные исследования показали [1], что при использовании компьютеров наиболее эффективными являются тестовые задания с конструированием ответа из логических элементов (ЛЭ). В качестве ЛЭ

выступают отдельные слова или короткие словосочетания (см. рисунок 2), из которых состоит данное логическое утверждение (определение, закон, правило, алгоритм и т. п.).

Например, при контроле умения математически записать физический закон (то есть формулу) логическими элементами являются части формулы, а при контроле электрических или радиотехнических схем – их элементы.

Логические элементы контролируемого утверждения делятся на предъявляемые и скрытые. Логическое утверждение, в котором скрытые элементы отсутствуют, а на их местах располагаются некоторые специальные символы (обычно нижней черты) называется шаблоном, а места пропущенных элементов – вакансиями. Логические элементы для заполнения вакансий предъявляются студенту отдельно в специальной табличке (выборке), из которой он их постепенно выбирает и вставляет на место вакансии.

Совершенно очевидно, что тестовые задания на конструирование ответа из предъявляемых логических элементов позволяют легко варьировать трудность задания. Это дает возможность преподавателю обеспечить освоение данного элемента учебного материала на том уровне, который желателен на данной стадии учебного процесса. На последующих стадиях можно потребовать постепенного повышения уровня освоения того же материала, повышая трудность того же задания.

Повышать трудность задания можно,

- увеличивая количество вакансий,
- добавляя в таблицу выборки лишние элементы,
- убирая шаблон,
- одновременно контролируя несколько утверждений.

При контроле знаний с помощью конструирования ответа задание может иметь вид шаблона, то есть утверждения с пропущенными элементами и таблицы элементов для выбора и конструирования ответа (заполнения вакансий). При отсутствии шаблона задание, предъявляемое студенту,



**Рисунок 2.** Результат выполнения одного из заданий

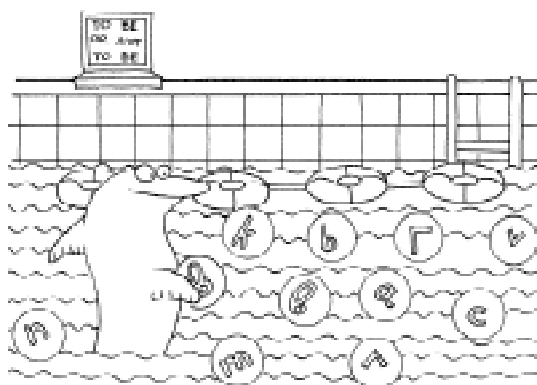
выглядит в виде названия (идентификатора) контролируемого утверждения и выборки логических элементов. Последний вариант примерно соответствует случаю, когда преподаватель просит студента записать какой-либо закон, обозначая только его название, например, закон Ома или Джоуля-Ленца или Менделеева-Клапейрона и т. д.

Особенности тестовых заданий, используемых в различных блоках учебного материала, представлены в таблице 1.

**ПРИМЕР  
ОРГАНИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ**

На рисунке 3 представлен первый кадр документа, выполненного в Word 2000 и предназначенного для организации процесса изучения материала одной из тем курса физики.

Первые три пункта соответствуют первому блоку учебного материала, связанному с презентацией в форме, близкой к стандартной лекции. Щелкнув на соответствующей строке, обучающийся может про-



*Повышать трудность задания можно, увеличивая количество вакансий...*

Таблица 1.

Наименование блока учебного материала	Особенности тестовых заданий
Расширенный конспект	Задания на конструирование с небольшим количеством вакансий и предъявлением шаблона
Краткий конспект	Задания на конструирование с увеличенным количеством вакансий и предъявлением шаблона
Ядро учебного материала	Задания на конструирование с большим количеством вакансий без предъявления шаблона
Задачи	Задания на конструирование формульного и числового значения ответа с предъявлением шаблона
Лабораторный практикум	Задания на конструирование с большим количеством вакансий без предъявления шаблона. Задания на установление соответствия
Самоконтроль	Отдельные задания на конструирование. Тесты с заданиями, предъявляемыми последовательно из интерактивной базы
Периодический контроль (коллоквиумы, контрольные работы)	Тесты с заданиями, выбираемыми случайным образом из интерактивной базы одного раздела.
Нормативный (экзаменационный) контроль	Тесты с заданиями, выбираемыми случайным образом из интерактивной базы нескольких разделов.

слушать и просмотреть теоретический материал (25 мин.), разбор решения стандартной задачи (15 мин.) и получить максимально сжатое содержание материала в пункте «Заключение».

Затем обучающийся переходит к проработке информации, используя конспект лекции и обращаясь к интересующим его пунктам. Пример из такого пункта приведен на рисунках 1 и 2. Как видно, он включает текстовый и графический материал, а также предоставляет возможность повторно просмотреть соответствующий фрагмент лекции и предварительно протестировать уровень своих знаний.

СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛУ	
Предъявление материала (аудио-визуальная презентация)	
ЛЕКЦИИ (видео, основная часть)	
РАЗБОР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (алгоритм, пошаговый вывод)	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
Подготовка материала	
КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ с тестовыми заданиями для САМОКОНТРОЛЯ (обучающая программа)	
ЯДРО ЗНАНИЙ ПО ТЕМЕ с тестовыми заданиями для САМОКОНТРОЛЯ (краткий конспект, продолжение основной информации)	
ТЕСТИРОВАНИЕ для самоконтроля (теория, алгоритмы, с шаблоном)	
Контроль в классе	
ТЕСТИРОВАНИЕ по ядру материала (теория, алгоритмы, без шаблона)	
ЗАДАЧИ для самостоятельной работы с контролем результата (контроль основных алгоритмов по всей теме)	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА (основная теория, алгоритмы и задачи по всей теме)	
ТЕСТИРОВАНИЕ заключительное (комплексное по всей теме без шаблона: теория и задачи)	

Рисунок 3. Содержание системы обучения по теме

Далее обучающийся изучает следующий (третий) блок учебного материала, называемый «Ядро учебного материала» по данной теме, в котором после каждого утверждения располагается табличка для вызова системы тестирования и контроля освоения данного утверждения.

Как выглядит результат выполнения задания можно увидеть на рисунке 2. В верхней части задания печатается ШАБЛОН – утверждение с вакантными элементами. Затем печатается таблица элементов для ВЫБОРА. В нижней части формируется ОТВЕТ. Следует заметить, что при верном выполнении задания в ответе получается абсолютно точная формулировка, то есть ложной информации на экране нет!

С использованием информационного файла, в котором содержится «ядро учебного материала», разработаны файлы интерактивной информационной базы, содержащей не только информацию, но и тестовые задания.

Специальные программные элементы системы тести-

рования позволяют использовать указанные файлы одной или нескольких тем (разделов) и проводить тестирование результатов освоения всей темы, всего раздела или совокупности разделов, изучаемых, например, в течение семестра (как правило в одной части курса физики).

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Указанная методика обучения и учебные материалы используются на кафедре физики уже в течение почти 10 лет [2]. Разработанная система Testum [3] позволила организовать как контроль хода процесса обучения, так и тестирование, предваряющее и сокращающее объем собеседования при контроле. При самостоятельной подготовке к такому контролю (экзамену) обучающиеся предварительно тестируются с использованием учебного материала, предоставленного им на практических занятиях. Нормативное тестирование проводится с использованием тех же заданий, поскольку все они входят в единое «Ядро учебного материала». Исходные учебные материалы были первоначально разработаны в операционной системе DOS, затем трансформированы в Windows, а теперь мы используем ресурсы системы Word 2000. Разработанный комплект учебных материалов по курсу физики включает в себя

- мультимедийный конспект всего курса физики (более 50 лекций),
- ядро учебного материала (более 400 определений, законов, формул),

### **Литература.**

1. *Tikhomirov Yu.V.* A method of computerized assessment in introductory physics. Eur.J.Phys. 21 № 3 (may 2000) 211–216.
2. *Tikhomirov Yu.V.* Distant physics education at technical university. Proceedings of EDEN'99 conference, Lomonosov MSU, Moscow 1999.
3. *Тихомиров Ю.В.* Система тестирования знаний на основе редактора Word 2000. Тезисы МНТК «Гражданская авиация на рубеже веков». РИО МГТУ ГА. М., 2001.
4. *Тихомиров Ю.В.* Персональная Интернет-страница. <http://www.mstuca.ru/pages/tikhomirov>

*Тихомиров Юрий Валентинович,  
профессор кафедры физики  
Московского государственного  
технического университета  
гражданской авиации.*

- тестовые задания (более 400 заданий по теории и простым задачам),
- систему тестирования на различных этапах обучения, обеспечивающую рубежный, семестровый и экзаменационный контроль знаний,
- обучающие программы для проведения практических занятий,
- виртуальный универсальный физический практикум (лабораторные работы по всем разделам курса физики), разработанный совместно с компанией Физикон,
- сборник вопросов и заданий для самоподготовки и допуска к лабораторным работам (более 500 заданий),
- систему автоматизированного допуска к лабораторным работам.

В 2000 году отдельные части этой системы (объемом примерно 400 МБ) были размещены на CD. В каждую группу одного потока были переданы несколько дисков для перезаписи или копирования. Опыт показал, что для работы с такой сложной системой у студентов еще недостаточно знаний и умений. Поэтому в 2002 году основные компоненты (без звукового сопровождения) были размещены на персональной странице автора [4] на сайте Университета. Такой способ передачи информации оказался вполне доступным, и его использовали многие студенты уже двух потоков второго курса.

Опыт показал высокую эффективность разработанной системы и ее перспективность для использования как в локальном, так и в дистанционном обучении.



Наши авторы, 2003.  
Our authors, 2003.