

Физическое образование:

структура лаборатории и новые формы работы студента

О КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Внедрение компьютеров в учебный процесс открыло много новых возможностей. Одна из них — это моделирование физического эксперимента в режиме реального времени. В высших учебных заведениях уже созданы многочисленные комплексы так называемых виртуальных лабораторных работ [1].

Доступность персональных компьютеров, удобные интерфейсы соответствующих программ часто мотивируют вытеснение натуральных экспериментов на реальных лабораторных установках. И действительно, виртуальные лабораторные работы дают много преимуществ: лабораторию, укомплектованную одинаковыми компьютерами массовых серий намного проще обслуживать; есть возможность моделировать такие эксперименты, которые в большинстве вузов не доступны по причинам дороговизны и уникальности оборудования. Кроме этого, в виртуальной программе сравнительно просто достигается фронтальный принцип прохождения практикума — выполнение каждой лабораторной работы тогда, когда соответствующая тема изучается на лекционных и практических занятиях.

И все-таки, по нашему мнению, замена реального физического практикума виртуальным не способствует качественному и глубокому освоению курса общей физики. Физика — экспериментальная наука, и при ее изу-

чении совершенно необходимо получение элементарных навыков проведения физического эксперимента.

Важнейший момент — организация реальной самостоятельной работы: только оставшись один на один с прибором, самостоятельно планируя и проводя эксперимент, студент воспринимает его как средство познания действительности. Что же касается виртуаль-

ное действие. В этой связи, на наш взгляд, заслуживают внимания методики, предусматривающие использование компьютера в лаборатории преимущественно как средство контроля [2,3].

В настоящей работе мы предлагаем новую форму организации и компьютеризации физического практикума для студентов инженерных специальностей, изучающих физику три семестра



Рис. 1

ных работ, то они, к сожалению, часто воспринимаются студентами как разновидность компьютерных игр. В результате современная молодежь рассматривает виртуальный практикум в большей степени как некоторое развлека-

(400 — 600 ч общего объема дисциплины по учебному плану). Ее основная идея заключается в следующем: физический практикум проводится на реальных установках вне расписания, индивидуально, причем каждый студент самостоятельно, без преподавателя, выполняет лабораторную работу. Каждая лабораторная работа выполняется в строго определенное время, которое

Статья публикуется по рекомендации А.Ф. Крутова, начальника учебно-методического управления Самарского государственного университета, доктора физико-математических наук, профессора.

студент сам может выбрать по пред-варительной записи. Эта методика ре-ализуема при вполне определенных и

специализированных стола, на одном из которых размещена лабораторная ус-тановка, а на другом – персональный

компьютер. На каждом компьютере установлены: подробное иллюстрированное методическое руководство к выполнению лабораторной работы и составлению отчета; тестовая система (на базе оболочки «ПоЗнание» [4]), позволяющая проводить автоматизированные допуск–сдачу работы, а также электронный бланк отчета о проделанном эксперименте.



Рис. 2

достаточно жестких условиях, а именно:

1) детально продуманное методическое обеспечение каждой отдельно взятой лабораторной работы;

2) индивидуальная, спроектированная для каждой лабораторной работы система тестов и отчетов, выполняемых и представляемых в электронном виде;

3) специальным образом спроектированная лаборатория;

4) четко сформулированная и доведенная до каждого студента технология прохождения практикума в течение семестра;

5) наличие в штате кафедры академических консультантов (тьюторов), которые, с одной стороны, курируют прохождение практикума каждым студентом, а с другой – корректируют потоки студентов, проходящих через лабораторию.

ТЕСТОВАЯ СИСТЕМА «ПоЗнание»

В качестве примера опишем организацию лаборатории для прохождения физического практикума первого семестра обучения (механика, молекулярная физика). Эта лаборатория содержит девять лабораторных работ, выполняемых студентом строго индивидуально. На одну работу отводится два академических часа. Элементарная ячейка лаборатории – рабочее место студента (рис. 1) – представляет собой два расположенных рядом спе-

циализированных стола, на одном из которых размещена лабораторная установка, а на другом – персональный компьютер. На каждом компьютере установлены: подробное иллюстрированное методическое руководство к выполнению лабораторной работы и составлению отчета; тестовая система (на базе оболочки «ПоЗнание» [4]), позволяющая проводить автоматизированные допуск–сдачу работы, а также электронный бланк отчета о проделанном эксперименте.

Все компьютеры, установленные на рабочих местах студентов, объединены в локальную сеть. В эту сеть входит также один дополнительный компьютер, который находится в соседнем помещении и предназначен для сбора информации об итогах прохождения студентами практикума. С этого компьютера вся информация, представленная в виде специальных файлов, снимается академическими консультантами.

Рассмотрим более подробно компьютерную составляющую практикума. Оболочка «ПоЗнание», на которой, как мы отметили, и основана процедура «допуск – отчет», обладает простым и достаточно удобным интерфейсом; оболочка работает под операционной системой Windows. Сетевая функциональность позволяет осуществлять с ее помощью тестирование сразу всего класса и анализировать результаты тестов, которые содержатся в одной базе данных. Это существенно увеличивает эффективность работы академических консультантов по сравнению с вариан-

том проверки результатов на отдельно взятых компьютерах. Тест представляет собой выбор правильных ответов из четырех возможных вариантов. Программа сама оценивает правильность ответов и выдает результат тестирования. Тест составлен таким образом, что хорошо подготовленный студент должен затратить на его выполнение 15–20 минут. К эксперименту на установке допускаются студенты, прошедшие установленный порог выполнения заданий, который может быть различным для разных лабораторных работ и, как правило, предполагает 60 – 75% правильных ответов. Бланк отчета (пример приведен в Приложении 1), являясь инструментом контроля лабораторной работы в соответствии с методическими указаниями, в то же время представляет из себя краткую инструкцию выполнения эксперимента с предписаниями действий и формулами.

Имеются выделенные поля для ввода информации, которая состоит из: а) данных эксперимента, б) расчетных величин и в) их погрешностей. Вся эта информация может контролироваться на достоверность с помощью функциональных средств EXCEL. Для программного контроля экспериментальных данных те режимы работы, которыми оперируют студенты, обеспечиваются калибровками данной лабораторной установки (в виде файла с данными). Отметим, что это не является тривиальной процедурой. Дело в том, что, с одной стороны, может быть довольно большое множество индивидуальных значений параметров, соответствующих различным вариантам выполнения одной и той же лабораторной работы разными студентами. С другой стороны, эти значения и их стандартные отклонения необходимо получать в контрольных экспериментах, что также необходимо контролировать. Расчетные величины и их погрешности определяются на основе экспериментальных данных, получаемых студентом и заносимых в отчет. Скрытая от студента программа, которая содержится в EXCEL-документе бланка отчета, проверяет, насколько вносимые в бланк данные совпадают (или находятся в допустимых пределах) с калибровками лабораторной установки и с расчетами программы. В случае ошибочных данных в бланке отчета появляется сигнализирующий красный текст, поясняющий суть ошибки. Также в документе всплывают сообщения, вы-

деленные красным цветом, о необходимости выполнения тех или иных действий. Они позволяют более четко ориентировать студента и организовать его эффективную работу в отведенное ограниченное время. При правильном, т.е. в строгом соответствии с методическими указаниями, выполнении работы в бланке отчета красных полей не остается. По истечении отведенного времени или завершении работы студентом

красных текстовых полей, свидетельствующих или об ошибках, или о невыполнении каких-то частей работы.

ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ

Деятельность лаборатории обеспечивает дежурный инженер. В его обязанности входит, в частности, контроль работы оборудования, но не входит оказание какой-либо методической

помощи на специальных консультациях, проводимых академическими консультантами, либо, при необходимости, преподавателями-лекторами. Тот факт, что эти вопросы не могут быть заданы во время выполнения лабораторной работы, является, на наш взгляд, дополнительной мотивацией к тщательной предварительной проработке методических указаний. Все оборудование в лаборатории установлено по периметру (рис. 2); кроме этого, помещение находится под видеонаблюдением. Опыт эксплуатации лаборатории показывает, что все это играет роль дополнительных дисциплинирующих факторов, стабилизирующих прохождение студентами практикума в соответствии с проектными требованиями представленной технологии.

Разработанная технология может использоваться в качестве инновационного элемента методики исследования либо, например, включается в модульную структуру курса общей физики для студентов-инженеров, предложенную и описанную Р. Дубовицким, И. Хорошевой, В. Ботуновым [5].

Литература

1. *Зубков В.Г., Мерзляков А.В., Моствовицков М.В.* Комплекс компьютерных лабораторных работ по физике // Физическое образование в вузах. 2002. Т. 8. № 3.
2. *Лаптенков Б.К.* Опыт организации виртуального лабораторного практикума по курсу физики // Физическое образование в вузах. 2005. Т. 11. № 2.
3. *Назаров А.Л., Сергеева О.В., Чудинова С.А.* Использование информационных технологий для повышения эффективности вариативного обучения общему курсу физики // Открытое образование. 2001. № 6.
4. *Соколова И.И.* // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. Психолого-педагогические науки. 2004. № 4.
5. *Дубовицкий Р., Хорошева И., Ботунов В.* // <http://www.znanie.net>
6. *Леванова Н.Г., Потемкина С.Н., Талалов С.В.* Модульное построение курса общей физики с применением компьютерных технологий // Физическое образование в вузах. 2006. Т. 12. № 1.
7. *Потемкина С.Н., Талалов С.В.*

Физический практикум: новая форма организации работы студента с реальным лабораторным оборудованием // Физическое образование в вузах. 2007. Т. 13. № 1.

Приложение 1

Лабораторная работа № 11

"Изучение законов свободного падения тел. Определение ускорения свободного падения"

Студент (Фамилия И.О.): Кравец А.И.
 Группа: Ф415
 Дата (дд.мм.гггг ч.мм): 27.02.2007 11:00
 Время начала работы (ч.мм): 10:50

1. Белые поля обязательны для заполнения!

2. Красное поле или текст - означает ошибочный результат, незаполненное поле или нарушение порядка работы.

3. Работа автоматически считается невыполненной, если

а) введена неправильная персональная информация,

б) в документе остаются красные поля или текст.

4. В зелёных полях находится существенная информация.

5. Конечные значения длины, ускорения и времени округлять до 3-х десятичных знаков после запятой, пользуясь правилами округления чисел.

6. В расчётах использовать только те значения величин и констант и с той точностью, которые представлены в данном документе.

I. Используемые в работе обозначения, формулы и параметры

$h =$ 0.55 м - высота падения шарика
 $\Delta h =$ 0.0050 м - погрешность измерения высоты

Работа, выполненная с другим значением h , отклоняется автоматически.

Единица измерения времени - [t] = с, длины - [l] = м, ускорения - m/s^2

Δ - погрешность перед значком, означающей абсолютную ошибку или изменение этой величины. В качестве оценки ошибки статистической величины используется среднеквадратичное отклонение.

Δ_{rel} - относительная ошибка значения величины x .

$a = 2h / t^2$ - ускорение свободного падения (формула 1)
 $M(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = (n! \cdot x_1^{n-1} + n! \cdot x_2^{n-1} + \dots)^{1/n}$ - стандартная формула (2) для оценки погрешности косвенно измеренной величины функционального тела $f(x_1, x_2, \dots)$ = $C \cdot x_1^{n_1} \cdot x_2^{n_2} \dots$, где C - константа, x_1, x_2, \dots - переменные параметры, n_1, n_2, \dots - соответствующие показатели степени.

II. Ход эксперимента и данные измерений

1. Оцените ошибку измерения высоты падения шарика и занесите её в соответствующее поле выше.
2. Выполните 10 измерений времени падения шарика с данной высоты и занесите данные в таблицу.
Если есть большие отклонения в данных, то замените их новыми измерениями.
3. Среднее значение времени $\langle t \rangle$ и его ошибку Δt по вашим данным найдите в зелёном поле.
4. Рассчитайте значение ускорения свободного падения (формула 1), используя среднее время $\langle t \rangle$.
5. Рассчитайте ошибку значения ускорения (формула 2).

t					
0.464					
0.342	$\langle t \rangle =$	0.3820			
0.508	$\Delta t =$	0.0205			
0.362					
0.339					
0.348	$a =$	7.538			
0.337	$\Delta a =$	1.547			
0.390					
0.353					
0.339					

ошибка измерений
ошибка вычислений

III. Результаты

(Внесите результаты введённых измерений с указанием размерностей)
 Ускорение свободного падения на территории Тольяттинского университета, измеренное для падающего с "Певанской башни" шара, равно 7.538 ± 1.547 m/s^2

отчет сохраняется в базе данных тестовой программы «ПоЗнание». Проверка такого отчета академическим консультантом сведена до минимума, а именно до проверки наличия или отсутствия

помощи при выполнении конкретной работы тем или иным студентом. Все вопросы по теории и методике эксперимента, возникающие у студентов при самостоятельной подготовке, разбира-