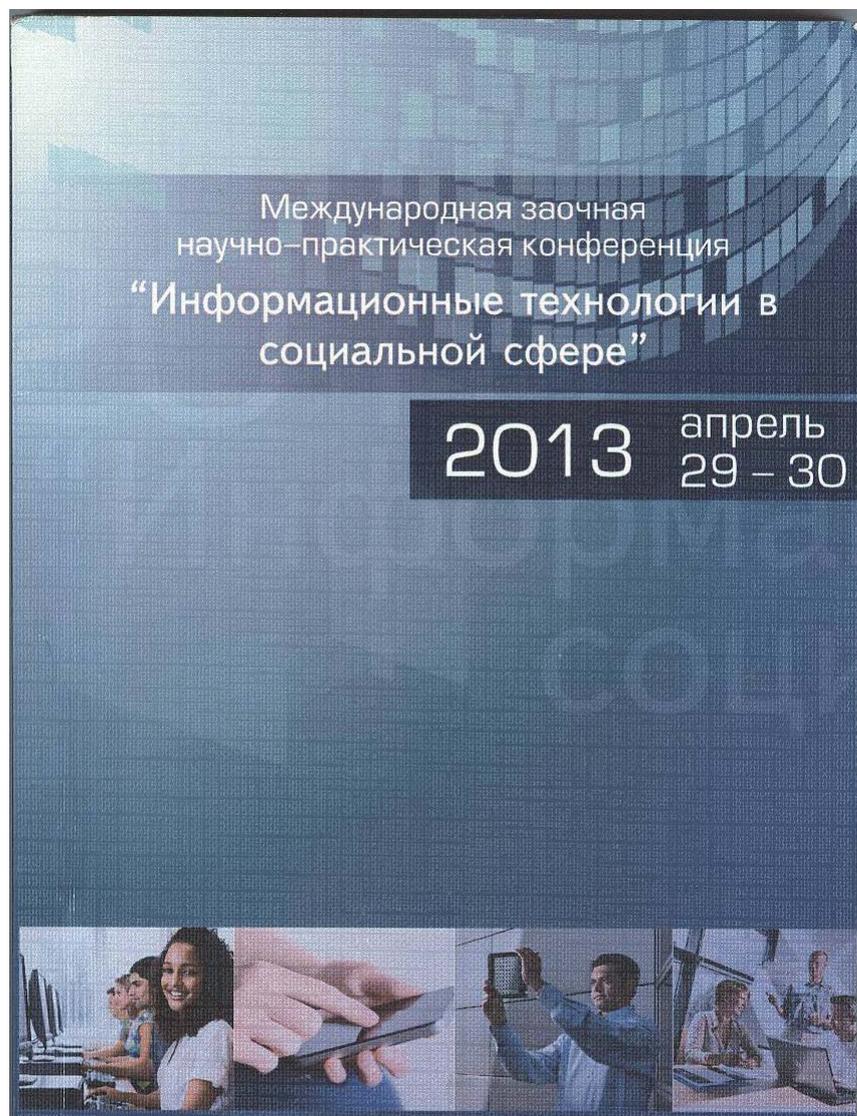


1. Темникова С.В., Черенков А.В. Некоторые аспекты использования информационных технологий в математическом обеспечении курса общей физики.– Материалы международной заочной научно-практической конференции «Информационные технологии в социальной сфере».– Самара: ПГСГА, 29–30 апреля 2013.– С. 150 – 162.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Поволжская государственная социально-гуманитарная академия»

**Информационные технологии  
в социальной сфере**

*Материалы  
международной заочной  
научно-практической конференции*

*29 – 30 апреля 2013 года, г. Самара*

Самара  
2013

**УДК 004:37**  
**ББК 74 + 32.81**  
**И 74**

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Поволжской государственной социально-гуманитарной академии*

Редакционная коллегия:  
кандидат педагогических наук, доцент В.Н. Аниськин  
доктор педагогических наук, профессор Т.В. Добудько  
доктор педагогических наук, профессор В.И. Пугач  
доктор педагогических наук, профессор Л.В. Куриленко  
доктор педагогических наук, профессор Е.Н. Рябинова

Рецензенты:  
доктор педагогических наук, профессор С.И. Макаров  
кандидат физико-математических наук, доцент С.Н. Богданов

**И 74 Информационные технологии в социальной сфере:**  
материалы международной заочной научно-практической кон-  
ференции. 29 – 30 апреля 2013 года. – Самара: ПГСГА, 2013 –  
237 с.

ISBN 978-5-91867-030-9

В сборнике публикуются статьи, посвященные использо-  
ванию методов информатики и информационных технологий в со-  
циальной сфере. Сборник адресован педагогам высших и средних  
специальных учебных заведений, учителям школ и аспирантам,  
специализирующимся в областях прикладной информатики, ме-  
тодики преподавания информатики, информатизации образова-  
ния

**УДК 004 : 37**  
**ББК 74 + 32.81**

**ISBN 978-5-91867-030-9**

*В авторской редакции*

© ПГСГА, 2013

© Издательство ООО «Порто-принт», 2013

© Коллектив авторов, 2013

|  |     |
|--|-----|
| <b>Винювьев А. А., Вайзер Г.А.</b> Использование компьютерных технологий в учебном процессе.....   | 129 |
| <b>Иванюк М. Е.</b> Использование информационных технологий в процессе обучения дискретной математики в педагогическом вузе.....   | 134 |
| <b>Казеев А. Е.</b> Организация математической подготовки бакалавров направления подготовки «Прикладная информатика» с использованием информационных технологий.....   | 135 |
| <b>Казеев А. Е., Галкина А. В.</b> Оценка знаний учащихся по абстрактной и компьютерной алгебре с использованием системы дистанционного обучения Moodle.....   | 139 |
| <b>Сравцов П.Г., Михелькевич В.Н.</b> Информационная поддержка процесса формирования готовности выпускников технических вузов к созданию объектов интеллектуальной собственности.....                            | 144 |
| <b>Лазарев Е. Ю.</b> Методические аспекты использования интерактивной доски в преподавании дисциплины «Исследование операций».....   | 148 |
| <b>Темникова С.В., Черенков А.В.</b> Некоторые аспекты использования информационных технологий в математическом обеспечении курса общей физики.....  | 150 |
| <b>Тарабрина Т.Б.</b> Методы использования информационных технологий при создании условий развития мотивации обучения.....   | 163 |
| <b>Шустова Ю.В., Михелькевич В.Н.</b> Селективный подход к использованию информационных ресурсов в системе бакалаврской подготовки студентов-электроэнергетиков к профессиональным иноязычным коммуникациям..... | 169 |

**Методологические и методические проблемы информатизации  
общего среднего образования**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Григошкина Н.В.</b> Элективный курс «Компьютерное моделирование и автоматизированное изготовление изделий» как средство формирования профессионального самоопределения учащихся старших классов..... | 173 |
| <b>Добудько Т.В., Николаева О.А., Качайкина Л.А.</b> Формирование универсального действия нравственно-этического оценивания в процессе изучения образовательной области «Информатика».....              | 177 |

**С.В. Темникова, А.В. Черенков**  
**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**  
**ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ**  
**ОБЕСПЕЧЕНИИ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

*Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко*  
(г. Луганск)

Методики проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, постановка лекционного эксперимента в курсе общей физики разработаны на сегодняшний день самым тщательным образом. Однако, ассортимент и степень сложности ставящихся задач ограничены подчас громоздкостью математических моделей, описывающих конкретные физические явления. Повышению активности познавательной деятельности студентов и, как следствие, росту результативности процесса обучения может в значительной мере способствовать использование информационных технологий, снимающих чисто технические ограничения математических расчётов [1–5]. В работе [1] приводится листинг программ, используемых нами при проведении занятий по общей физике.

В лекционном курсе общей физики информационное обеспечение в первую очередь используется в качестве информационно-иллюстративного материала, который дополняет математические выкладки, или в форме лекционных демонстраций. Наиболее плодотворными с этой точки зрения являются разделы, которые базируются на модельных представлениях, например, моделях дифракции Френеля и Фраунгофера в оптике, решениях волновых уравнений разных задач в квантовой физике и т.д.

Компьютерная программа позволяет в этих случаях не только графически представлять исследуемую функцию, но и выдавать значения функции в сканирующем режиме по интересующим параметрам с любым шагом, выводить на экран координаты ее экстремумов (рис. 1), рассчитывать параметры обсуждаемого явления, определяемые значениями площадей под кривой в заданных интервалах (рис. 2), объемами фигур и другую информацию, которая существенно повышает уровень восприятия изучаемого материала.

В примере с дифракцией на щели по модели Френеля (рис. 1) сканирование может быть проведено при изменении трех параметров: длины волны, размера щели и расстояния до экрана. Для выполнения такой кропотливой работы, как и вообще для накопления разных материалов информационного обеспечения, целесообразно привлекать самих студентов. Тем более что при рейтинговой системе оценивания семестро-

вой работы есть возможность за ее выполнение предварительно оговаривать премиальные рейтинговые баллы.

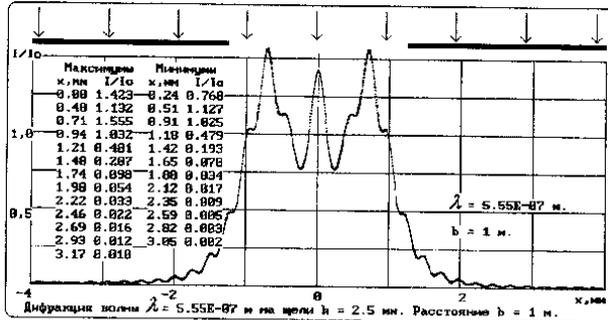


Рис. 1. Пример представления информационно-графического материала на экране монитора: дифракция на щели по модели Френеля

Имея возможность сканировать рассматриваемый процесс с помощью подготовленной программы, можно анимировать изменения рассматриваемых параметров, усиливая эффект восприятия материала. В простейшем случае информационно-графические материалы сканирования, накопленные программой Paint, последовательно переводятся в среду презентационной программы Microsoft PowerPoint. Простое переключение слайдов

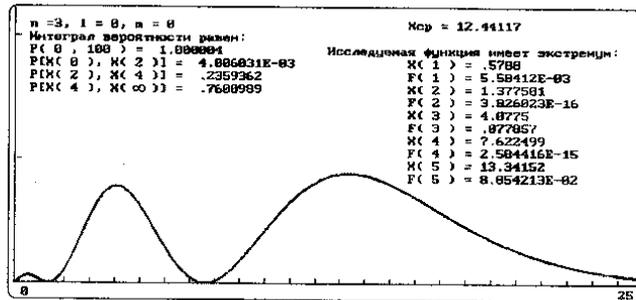


Рис. 2. Пример представления информационно-графического материала на экране монитора: зависимость радиальной плотности обнаружения электрона в тонком сферическом слое при значениях квантовых чисел  $n = 3, l = 0$  и  $m = 0$  от относительного расстояния от ядра

клавишами даст эффект анимации.

Для усиления эффекта восприятия изучаемого материала можно объединить слайды с помощью стандартного пакета для создания трехмерных анимационных сцен 3Dstudio MAX, растрового графического редактора Adobe PhotoShop 5.5, графических редакторов CorelDraw 8.0, Adobe Premier 5.0 (или других специализированных программ данного профиля) в анимационную ленту [5, 6].

Информационное обеспечение практических занятий по курсу общей физики может условно быть классифицировано следующим образом:

- справочный материал;
- комплект стандартных математических программ, включая системы класса MathCad;
- комплект специализированных программ по решению конкретных физических задач.

Наиболее благоприятным вариантом является проведение практического занятия в компьютерном классе. В этом случае предоставление заданий студентам может осуществляться как в индивидуальном режиме, так и фронтально. Решение задачи может осуществляться как с помощью уже предварительно подготовленных к конкретной теме программ информационно-графического обеспечения, так и в процессе создания расчетной программы из блоков комплекта стандартных математических программ во время занятия или с использованием непосредственно системы MathCad.

Решение предусматривается с выводом на экран монитора количественных результатов (как розничных, так и табулированных) и графической интерпретации (рис. 3,4).

Использование на занятиях компьютера несравненно повышает возможности математического анализа динамики развития исследуемого физического процесса с изменением накладываемых условий наблюдения.

В качестве примера решим задачу из сборника Иродова И.Е. [7].

Условие задачи:

Нуклоны в дейтоне находятся в симметричной сферической потенциальной яме (рис. 3 а) глубиной  $U_0$  и радиусом  $R$ :

1. Найти вид волновой функции  $\psi(r)$  основного состояния дейтона (известно, что в этом состоянии она является сферически симметричной).
2. Получить соотношение между  $U_0$  и  $R$ ; полагая  $R = 2,82$  ферми и  $E = 2,23$  МэВ, определить численное значение  $U_0$ .

3. Определить наиболее вероятное расстояние между нейтроном и протоном в основном состоянии.
4. Изобразить графически характер волновой функции дейтона и зависимость вероятности от взаимного расстояния между нуклонами в данном состоянии.
5. Рассчитать вероятность того, что взаимное расстояние между нуклонами в основном состоянии дейтона превосходит данное значение  $R$ .
6. Рассчитать вероятность того, что взаимное расстояние между нуклонами в основном состоянии лежит в пределах от  $r_1 = 2$  ферми до  $r_2 = 5$  ферми.

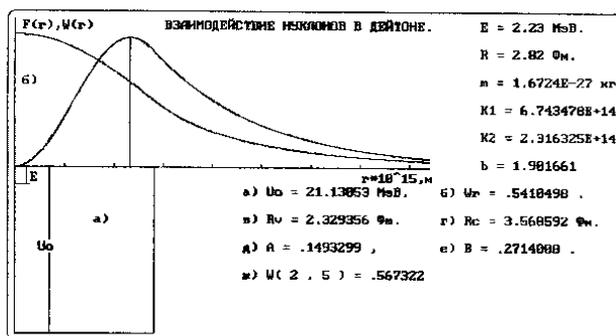


Рис. 3. Пример представления информационно-графического материала на экране монитора: решение задачи о взаимодействии нуклонов в дейтоне

7. Определить среднее расстояние между нуклонами дейтона в основном состоянии при указанных выше значениях параметров.

**Решение.**

Исходим из уравнения Шредингера в сферической системе координат:

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{d\psi}{dr} \right) + \frac{2\mu}{\hbar^2} (U_0 - E) \psi = 0, \quad (1)$$

где  $\mu$  – приведенная масса дейтона ( $\mu = m/2$ ,  $m$  – масса нуклона).  $U_0$  и  $E$  здесь взяты по абсолютным значениям.

С помощью подстановки  $u = r\psi$  получаем

$$\begin{aligned} r < R, & \quad u_1'' + k_1^2 u_1 = 0, \\ r > R, & \quad u_2'' - k_2^2 u_2 = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где 
$$k_1 = \frac{\sqrt{m(U_0 - E)}}{\hbar}, \quad k_2 = \frac{\sqrt{mE}}{\hbar}.$$

$$\begin{aligned} u_1 &= A \sin k_1 r, & \psi_1 &= A \frac{\sin k_1 r}{r}, \\ u_2 &= B e^{-k_2 r}, & \psi_2 &= B \frac{e^{-k_2 r}}{r}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $A$  и  $B$  – постоянные, которые определяются из условия непрерывности волновой функции в точке  $r = R$  и условия нормировки.

Из непрерывности  $\psi_1$  и  $\psi_2$  (или  $u_1$  и  $u_2$ ) в точке  $r = R$  следует

$$\operatorname{tg} k_1 R = -\frac{k_1}{k_2} \quad \text{или} \quad \operatorname{tg} \beta = -\frac{\hbar}{R\sqrt{mE}} \beta, \quad (4)$$

где 
$$\beta = \frac{R\sqrt{m(U_0 - E)}}{\hbar}.$$

Решая систему уравнений, находим  $\beta$  и  $U_0$ .

Вероятность нахождения нуклонов на расстоянии  $r, r + dr$  друг от друга равна

$$W(r) dr = \psi^2 4\pi r^2 dr.$$

Подставив в данное выражение  $\psi_1$  и  $\psi_2$ , получим

$$\begin{aligned} W_1(r) &= 4\pi A^2 \sin^2 k_1 r dr, & r &< R \\ W_2(r) &= 4\pi B^2 e^{-2k_2 r} dr, & r &> R. \end{aligned} \quad (5)$$

Наиболее вероятное расстояние между нуклонами соответствует максимуму функции  $W_1(r)$ . Из условия  $dW_1/dr = 0$  находим, что

$$r_a = \frac{\pi \hbar}{2\sqrt{m(U_0 - E)}}. \quad (6)$$

Искомая вероятность того, что взаимное расстояние между нуклонами в основном состоянии дейтона превосходит  $R$ , определится отношением:

$$W = \frac{\int_R^\infty W_2(r) dr}{\int_0^R W_1(r) dr + \int_R^\infty W_2(r) dr} = \frac{2k_1 \sin^2 k_1 R}{k_2(2k_1 R - \sin 2k_1 R) + 2k_1 \sin^2 k_1 R}. \quad (7)$$

6. Вероятность того, что взаимное расстояние между нуклонами в основном состоянии дейтона лежит в пределах от  $r_1$  до  $r_2$  определяется отношением:

$$W = \frac{\int_{r_1}^R W_1(r) dr + \int_R^{r_2} W_2(r) dr}{\int_0^R W_1(r) dr + \int_R^\infty W_2(r) dr}. \quad (8)$$

Интегрирование может быть проведено численными методами, например, методом Симпсона.

Среднее расстояние между нуклонами при заданных условиях равно:

$$r_c = \frac{\left[ 1 + \left( \frac{k_1}{k_2} \right)^2 (1 + 2k_2 R) \right] \sin^2 k_1 R + k_1 R (k_1 R - \sin 2k_1 R)}{k_1 \left( 2k_1 R - \sin 2k_1 R + 2 \frac{k_1}{k_2} \sin^2 k_1 R \right)}. \quad (9)$$

Использование программы позволяет сэкономить время на проведении математических подсчетов и использовать его для анализа физической ситуации, варьируя входными данными задачи и сканируя исследуемые параметры.

Так информационно-графический материал к задаче о цепочке превращений при распаде радиоактивного элемента дает исчерпывающий компьютерный анализ эволюции исследуемого процесса и позволяет получить полную картину происходящего (рис. 4)

Радиоактивные ядра A1 испытывают превращение по цепочке: A1 - A2 - A3 - A4 (стабильный). Периоды полураспада соответствующих ядер ( $T_1, T_2, T_3$ ) известны. Считая, что в начальный момент препарат содержал только ядра изотопа A1 в количестве N10, найти закон изменения числа ядер A2, A3 и A4 со временем.

На рис. 4 представлена полная информация о процессе на 50 минут с начала наблюдения. Выведена на экран информация о количестве на данный момент материнских ( $N_1$ ), дочерних ( $N_2, N_3$ ) ядер и ядер стабильного элемента ( $N_4$ ). Рассчитаны значения максимумов зависимостей от времени дочерних ядер. Предусмотрено сканирование процесса введением любого значения времени в первую информационную строку справа на изображении слайда.

Лабораторный практикум по курсу общей физики в высших учебных заведениях призван углублять теоретические знания студентов, знакомить их с современными методами экспериментальных исследований и современной методикой математической обработки полученных результатов.

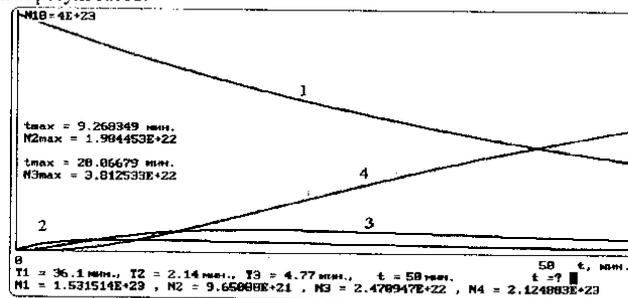


Рис. 4. Пример представления информационно-графического материала на экране монитора: изменение со временем в цепи радиоактивных превращений количества материнских и дочерних ядер с периодами полураспада  $T_1 = 36,1$  мин. (1);  $T_2 = 2,14$  мин. (2) та  $T_3 = 4,77$  мин. (3). 4 - стабильный элемент

К решению последней задачи успешно могут привлекаться специальные математические системы типа MathCad, MathLab и др., использование которых естественно в случаях, когда обработка данных является самоцелью. В лабораторном же практикуме, всецело подчинённом образовательным целям, наряду с обязательным освоением названных математических систем, весьма полезным оказывается использование более гибких и прозрачных, приспособленных к конкретным условиям программ и систем, разработанных самостоятельно. Выполняться такие наработки могут на простейших языках программирования, например Basic, Pascal [1].

Выполнение полного цикла составления и отладки программы в каждой работе, как правило, лишено смысла. Наиболее приемлемым, с нашей точки зрения, представляется составление программ для математической обработки данных лабораторного эксперимента из заранее подготовленных блоков, хранящихся в банке данных ("библиотеке") компьютера.

Такого рода подборки могут состоять из блока ввода информации с подпрограммами исправления ошибочно введённых данных, их перенормировки и сортировки.

Блок коммутации должен связать работающего на компьютере через меню пользователя, в выбранной им очередности, с остальными рабочими блоками системы.

В качестве примера на рис. 5 приведено меню коммутатора лабораторной работы по исследованию процесса зарядки и разрядки конденсатора.

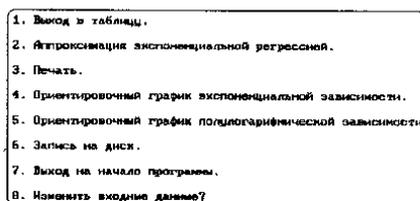
- 
1. Выход из таблицы.
  2. Аппроксимация экспоненциальной регрессией.
  3. Печать.
  4. Ориентировочный график экспоненциальной зависимости.
  5. Ориентировочный график логарифмической зависимости.
  6. Запись на диск.
  7. Выход на начало программы.
  8. Показать входные данные?

Рис. 5. Меню коммутатора лабораторной работы по исследованию процесса зарядки и разрядки конденсатора на экране монитора

К блокам обработки, в первую очередь, относятся блоки математических операций. Сюда в обязательном порядке входят аппроксимации экспериментальных зависимостей полиномом произвольной степени, линейной регрессией, регрессиями, сводящимися к

линейной (экспоненциальной, логарифмической и т.д.) с определением коэффициента корреляции.

Программы вычисления интегралов представляются в различных вариациях (по Симсону, по Ромбергу, методом трапеций) для функциональных и табулированных зависимостей.

Основу блока исследования функциональных зависимостей составляет программа для нахождения экстремума функции. Для ускорения процесса расчёта шаг исследования при нахождении экстремума функции делается многоступенчатым: от заданного грубого (гарантирующего, что в выбранном интервале окажется не более чем один экстремум) до требуемого, с циклическим уменьшением значения на порядок.

Блок решения уравнений и систем уравнений включает, например, нахождение корней полинома, решение системы линейных уравнений, метод итераций и т.д.

После математической обработки экспериментальных данных результаты готовятся к выходу. Блок табулирования позволяет вывести все необходимые данные в виде таблицы на экран монитора. Блок печати выводит таблицу на принтер. Блок записи на диск предназначен для сохранения таблицы на диске.

Часто удобно иметь под рукой блок представления статистических распределений, задействованных в рассматриваемой лабораторной работе параметров, с возможностью их вывода на экран в виде таблицы, номограммы или графика. Диапазоны распределений, имеющие непосредственное отношение к данной лабораторной работе, могут быть выделены и обчислены по полной программе.

Блок графического представления результатов (рис. 6) наиболее сложен и обычно требует специальной подгонки и корректировки под каждую лабораторную работу. На экран монитора обычно выводятся экспериментальные точки и аппроксимирующие их функциональные зависимости. Кроме того, имеет смысл представлять в площади графического слайда основные рассчитанные параметры работы, уравнение аппроксимирующей зависимости, расширяя информационную значимость графики. Масштабные линейки осей координат также готовятся заранее, но часто требуют некоторой корректировки. Кроме того, программа построения графика должна предусматривать возможность изменения масштаба по вертикали и горизонтали и изменение пределов построения.

Разрабатываются также блоки построения графиков в полярных координатах и трехмерных графиков.

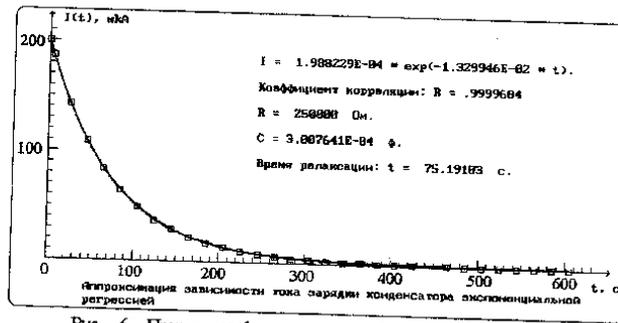


Рис. 6. Пример информационно-графического представления на экране монитора результатов лабораторной работы по исследованию процесса зарядки и разрядки конденсатора

Информационно-графическая картинка снимается с экрана монитора, дооформляется в программе Paint, и выводится на принтер.

Блок оценки погрешности [1,8] включает статистическую обработку результатов прямых измерений, программу по расчёту коэффициентов Стьюдента, которая, при необходимости, вставляется отдельной подпрограммой в основную программу, обобщающую и иллюстрирующую результаты конкретной лабораторной работы. Входит она также и в структуру программы, предназначенной для оценки погрешности косвенных измерений [1].

Для самостоятельной работы студентов вне учебной лаборатории (в частности, при дистанционном обучении) можно прибегнуть к простейшей анимации в среде презентационной программы Microsoft PowerPoint. Слайды (рис. 7), созданные в графическом редакторе Paint, легко редактируются соответственно данным проведенного в лаборатории эксперимента и последовательно переносятся в среду презентации. Нажатием клавиш создаётся эффект анимации. Получаем простейшую виртуальную лабораторную работу по исследованию процесса зарядки конденсатора. В комплект к Microsoft PowerPoint файлу прилагаются описание лабораторной работы и программа для обработки данных (рис. 6).

Среди главных задач высшей школы следует выделить необходимость создания условий для формирования творческой личности, расширения политехнического мировоззрения студентов, формирования технико-технологических и практических умений и навыков.

Как правило, при проведении практических занятий не представляется возможным, а иногда и целесообразным, предлагать задание в форме эксперимента, что в наибольшей степени способствовало бы реализации образовательного потенциала изучаемой проблемы. В качестве промежуточного варианта между экспериментом и пассивной цифрой сборника задач преподаватели используют так называемый раздаточный материал, в котором

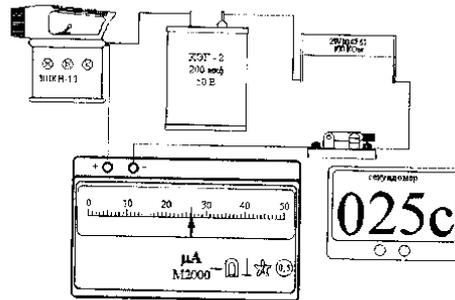


Рис. 7. Пример информационно-графического представления на экране монитора ядра для работы виртуальной лабораторной работы по исследованию процесса зарядки конденсатора

необходимые для решения задачи параметры студент должен снять с фотографий или рисунков измерительных приборов. Подготовка такого раздаточного материала достаточно кропотливая и сложная работа.

Максимально упрощает проблему и расширяет возможности метода подготовка и использование такого материала с помощью ПЭВМ (рис. 8).

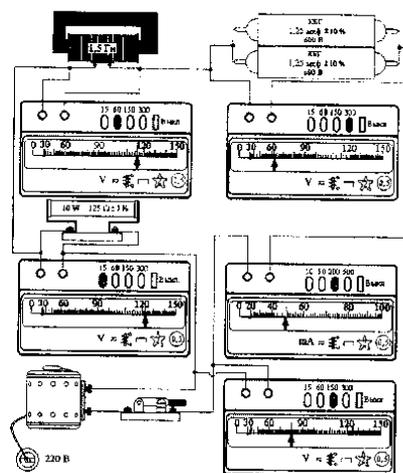


Рис. 8. Проверка информационно-графического представления на экране монитора виртуального задания параметров лабораторной работы по проверке закона Ома для последовательной цепи переменного тока

Один раз нарисованный в графическом редакторе Paint слайд легко трансформируется в виртуальную лабораторную работу по проверке закона Ома для цепи переменного тока. Достаточно тиражировать 3 – 5 слайдов для разных значений приложенного напряжения, приложить файлы с описанием работы и программой для обработки с возможностью расчёта погрешности.

Следует отметить, что этот же слайд можно использовать при проведении практических занятий. Например, «отключив» ключом один из приборов виртуальной цепи, поставить вопрос: «Что покажет прибор при замыкании ключа?» и т.д. Преимущества такого метода перед тривиальной формой представления задачи на странице сборника очевидны.

Очень полезно бывает иметь заранее подготовленные в достаточном количестве распечатки справочного материала и таблиц распределений с целесообразным шагом, например, распределений Максвелла, Лапласа, Стьюдента и т.д.

Таким образом, внедрение информационных технологий в учебный процесс, в значительной степени увеличивает его информатив-

ность, позволяет воспринять изучаемое явление объемнее, представленным в нескольких «измерениях», способствует развитию умственных способностей обучаемого, умению самостоятельно анализировать изучаемые явления, приучает привлекать к решению возникающих проблем персональный компьютер.

#### Литература

1. Барановський В.М., Міхайленко В.М., Прокудін Г.С., Черенков О.В., Меньяйленко О.С. Загальна фізика: Комп'ютерний практикум. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2006.– 293 с.
2. Барановський В.М., Темнікова С.В., Черенков В.Г., Черенков О.В. Використання інформаційних технологій у математичному забезпеченні курсу загальної фізики // Вісник ЛНПУ.–№ 21.– Луганськ, 2006.– С. 12–20.
3. Барановський В.М., Темнікова С.В., Черенков О.В. Комп'ютерний практикум із загальної фізики // Освіта Донбасу, 2007. – № 5–6. – С. 15–21.
4. Борисова К.П., Темнікова С.В., Черенков О.В. Інформаційне забезпечення фізичного лабораторного практикуму по оптиці // Освіта Донбасу, 2004. – № 1. – С. 46–48.
5. Руденко С.В., Руденко Т.Г., Черенков О.В. Використання інформаційно-анімаційних технологій при вивченні фізики // Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки, практики і освіти.– 36. Наук. праць VIII Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 12–13 груд. 2002 р. Ч. 2.– К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2003.– С. 544–548.
6. Темнікова С.В., Руденко С.В., Руденко Т.Г., Черенков В.Г., Черенков О.В. Використання інформаційних технологій при вивченні дифракційних явищ в оптиці // Інформаційні технології в наукових дослідженнях і навчальному процесі: Матеріалі наук. конф. центру інформаційних технологій.– Луганськ: Альма-матер, 2004.– С. 68–77.
7. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике.– М.: Гос.Изд-во литературы по атомной науке и технике, 1963.–345 с.
8. Барановский В.М., Черенков А.В., Темникова С.В. Некоторые аспекты использования информационных технологий при анализе погрешностей измерений в лабораторном практикуме по общей физике // Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. За матеріалами VI Міжнародної науково-практичної конференції.– Київ, 2001.– С. 184–187.