

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ КАК СРЕДСТВО ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Ревинская О.Г.

Томский политехнический университет

Формирование навыков физического моделирования в рамках курса общей физики вузов невозможно без систематического развития методики и средств обучения для изучения моделей. Устойчивое развитие информационных технологий в области образования позволило в рамках виртуального практикума наряду с работами, воспроизводящими натурные физические эксперименты, начать создание компьютерных работ, воспроизводящих идеальные теоретические модели. Без использования компьютерных технологий построение и исследование физических моделей представляет для студентов младших курсов вузов субъективную трудность, поскольку связано с неопирающимися на предметную деятельность мысленными операциями с большим количеством абстрактного материала. Компьютерные программы, специально разработанные для использования в учебном процессе в качестве дидактического материала, позволяют перевести часть аналитико-мысленных операций по изучению физических моделей в предметно-деятельностную область. При этом в учебном процессе возникает особый вид предметной деятельности, связанный с изучением абстрактного материала, который требует подготовки специальных методик выполнения соответствующих лабораторных работ.

На кафедре теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета с 2002 г. ведется разработка комплекса лабораторных работ по изучению моделей физических процессов и явлений на компьютере. Комплекс представляет собой совокупность авторских программ, воспроизводящих физические модели, наиболее часто встречающиеся в курсе общей физики, и методические указания по выполнению лабораторных работ. Методические указания носят направляющий характер, формируют ориентировочную основу деятельности студентов в процессе исследования. В настоящее

время комплекс содержит 20 работ по некоторым разделам курса общей физики для вузов.

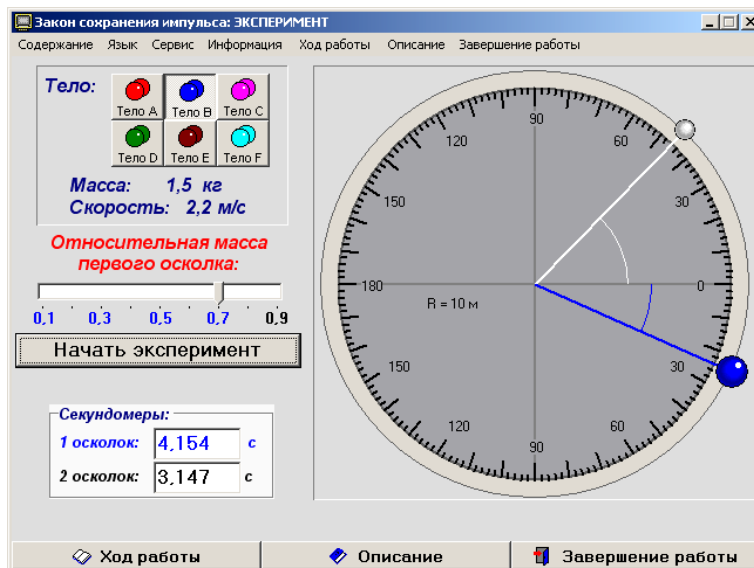
Раздел «Механика»

1. Ускорение свободного падения. В работе изучается одномерное равноускоренное движение материальной точки в поле силы тяжести одной из планет Солнечной системы (например, на Венере).

2. Второй закон Ньютона. В работе изучается равноускоренное движение тела по горизонтальной плоскости под воздействием груза, перекинутого через блок на краю плоскости. Сравнивается поведение системы при наличии трения в ней и без трения.

3. Закон сохранения импульса.

Рассматривается поведение замкнутой системы, которая в начальный момент времени представляет собой тело, движущееся горизонтально с постоянной скоростью. Спустя какое-то время тело распадается на два осколка, разлетающиеся в произвольных направлениях. Сравнение первоначального импульса тела и суммарного импульса осколков показывает, что импульс замкнутой системы сохраняется.



Сравнение первоначального импульса тела и суммарного импульса осколков показывает, что импульс замкнутой системы сохраняется.

4. Момент инерции твердого тела. Рассматривается вращательное движение прямоугольной пирамиды (с основанием различной формы) вокруг оси, перпендикулярной основанию. Согласно теореме Штейнера момент инерции твердого тела будет наименьшим, когда ось проходит через его центр инерции.

5. Реактивное движение. В работе исследуются зависимости кинематических характеристик (координаты, скорости, ускорения) прямолинейного ре-

активного движения тела переменной массы в вакууме от его массы и характера вытекания топлива.

6. **Движение инертного тела в гравитационном поле.** В работе изучаются законы Кеплера в поле одной из планет Солнечной системы (например, Марса).

Раздел «Физика жидкостей и газов»

1. **Вытекание жидкости из малого отверстия.** Работа основана на законе Бернулли для столба жидкости переменной высоты.

2. **Движение в вязкой среде.** Работа позволяет сравнить динамику движения сферического тела в средах различной вязкости; наблюдать и детально изучать равномерное, равноускоренное движение и движение с переменным ускорением.

3. **Движение броуновской частицы.** В работе изучается статистическая зависимость смещения броуновской частицы из начального положения от времени наблюдения. Исследования позволяют определить константу Больцмана, коэффициент диффузии и длину свободного пробега броуновской частицы.

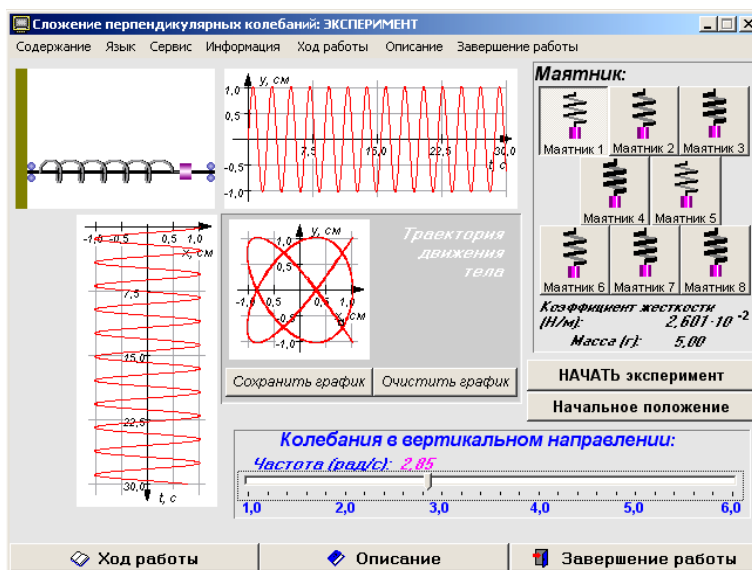
Раздел «Колебания»

1. **Свободные гармонические колебания.** В работе изучаются зависимости характеристик свободного гармонического колебательного движения пружинного маятника от его физических характеристик. Для исследования используется как анализ графических зависимостей, так и математические расчеты неизвестных параметров.

2. **Затухающие колебания.** На примере движения пружинного маятника в вязкой среде изучаются основные характеристики затухающего колебательного движения.

3. **Вынужденные колебания.** В работе исследуются зависимости амплитуды установившихся колебаний и разности фаз между установившимися колебаниями и вынуждающей силой от частоты вынуждающей силы; определяется частота резонанса.

4. **Сложение перпендикулярных колебаний.** Рассматривается двумерное движение тела, участвующего одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебательных движениях; определяются условия, при которых траектория тела будет представлять собой замкнутую фигуру Лиссажу.



5. **Сложение колебаний. Биения.** Изучается характер

одномерного движения тела под воздействием двух одинаково направленных колебаний. В работе определяются условия, при которых в изучаемой системе наблюдаются биения.

6. **Гармонический анализ.** Исследуется скорость сходимости Фурье-разложения периодического негармонического движения различного вида.

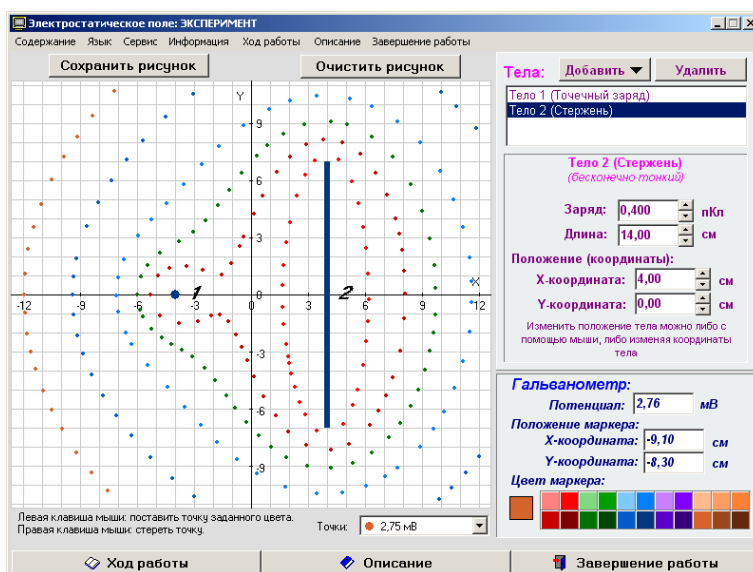
7. **Связанные колебания.** В работе изучаются свободные колебания системы с двумя степенями свободы на примере двух тождественных маятников, соединенных упругой пружиной; исследуется изменение амплитудных и частотных характеристик системы в зависимости от первоначального воздействия на нее.

Раздел «Электричество и магнетизм»

1. **Движение заряженной частицы во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях.** Траектория частицы представляет плоскую, двумерную кривую: трохоиду (циклоиду). В работе изучают влияние электрического и магнитного полей, а также начальной скорости частицы на характер траектории; по длине витков траектории определяют отношение заряда частицы к ее массе.

2. **Движение заряженной частицы в параллельных электрическом и магнитном полях.** Траектория частицы представляет собой трехмерную кривую: винтовую линию, шаг которой увеличивается вдоль направления электрического поля. В работе изучают влияние электрического и магнитного полей, а также начальной скорости частицы на характер траектории; по длине полушага винтовой линии определяют отношение заряда частицы к ее массе.

3. **Электростатическое поле.** В работе изучают электростатическое поле одного, двух и более заряженных тел различной формы (точечный заряд, кольцо, стержень, квадратная пластина). Для каждой системы заряженных тел исследуется распределение потенциала, строятся эквипотенциальные поверхности и силовые линии поля.



4. **Движение заряженной частицы в кулоновском поле.** В работе изучают рассеяние альфа-частицы тяжелыми ядрами или ионами. Рассматривают основные характеристики рассеяния и их взаимосвязь с параметрами центрального взаимодействия в кулоновском поле.

Выполнение каждой работы представляет собой законченное физическое исследование, результатами которого являются как качественный анализ взаимосвязей параметров модели, так и количественные расчеты отдельных физических величин. Числовые результаты подкрепляются построением и анализом графических зависимостей. Такой комплексный подход позволяет формировать у студентов навыки физических исследований уже в условиях лабораторного практикума. А также подчеркивает существование общих принципов исследования как натуральных, так и теоретических объектов.