

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ

С. В. Дюрдь¹⁾, М. В. Воронович²⁾

¹⁾ студент, Гродненский Государственный университет им. Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь, sssofiaddurd.25@gmail.com

²⁾ студент, Гродненский Государственный университет им. Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь, markvoronovich060@gmail.com

Научный руководитель А. Л. Ситкевич

старший преподаватель, магистр физико-математических наук, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь, girl-physicist@mail.ru

Предложены формы и программное обеспечение применения компьютерных технологий в моделировании маятника Фуко, маятника Максвелла, крутильного маятника, двойного маятника, крутильного баллистического маятника, математического маятника, пружинного маятника, физического маятника, параметрического маятника, маятника-метронома. Рассмотрены алгоритмы для моделирования колебательных систем и программные средства для реализации моделей маятников. Произведён обзор численных методов, алгоритмов моделирования и алгоритмов визуализации. Произведён сравнительный анализ и обосновывается свой выбор алгоритмов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование; маятники; структура; образование; физика.

MODELING OF OSCILLATING SYSTEMS AND THEIR APPLICATION FOR EDUCATIONAL PURPOSES

S. V. Dyurd¹⁾, M. V. Voronovich²⁾

¹⁾ student, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus, sssofiaddurd.25@gmail.com

²⁾ student, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus, markvoronovich060@gmail.com

Supervisor A. L. Sitkevich

senior lecturer, PhD physical and mathematical sciences, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus, girl-physicist@mail.ru

The article proposes forms and software for using computer technologies in modeling the Foucault pendulum, the Maxwell pendulum, the torsion pendulum, the double pendulum, the torsion ballistic pendulum, the mathematical pendulum, the spring pendulum, the physical pendulum, the parametric pendulum, and the metronome pendulum. The article also discusses algorithms for modeling oscillatory systems and software tools for implementing pendulum models. The article provides an overview of numerical methods, modeling algorithms, and visualization algorithms. The article also provides a comparative analysis and justifies the choice of algorithms.

Keywords: computer modeling; pendulums; structure; education; physics.

Изучение колебательных процессов является важнейшим разделом физики, имеющим широкий спектр применений: от инженерии до понимания биологических ритмов [1–3]. Формирование у студентов и школьников понимания законов колебаний зачастую сопровождается

ется сложностями, возникшими на фоне трудностей визуализации динамики процессов во времени. Лекционный и лабораторный подходы часто не позволяют в полной мере отразить влияние ключевых параметров на эксперимент. Проведение занятия на реальной установке затратны экономически, требуют длительной подготовки, а результат, как правило, подвержен погрешности, из-за влияния внешних факторов. Это создаёт необходимость в новом подходе, связывающем лекционный материал с практическими занятиями. Новизна работы заключается в разработке интерактивного программного комплекса, направленного на образовательные цели. Стоит заметить, что развитие информационных технологий положительно скажется на усвоение материала среди молодого поколения.

Программная составляющая проекта. Для начала стоит заметить, что представленный проект нацелен на оптимизацию лекционных и практических занятий. Программа моделирует 10 вложенных в неё маятников, позволяя изменять некоторые параметры, добавляющие вариативность. Демонстрируемый проект, на данном этапе разработки, не представляет встроенный сборник задач, позволяющий закреплять изученный материал решая задачи по представленным моделям.

Использование Unity [4] позволило упростить разработку и представить четыре функциональных окна. Первое окно представляет теоретический блок, содержащий информацию о выбранном маятнике. Второе окно, отображающее графики. Третье окно – окно самой модели маятников. Четвёртое окно – регулировка параметров для работы с разработанной моделью. Основное преимущество данной модели заключается в их адаптивности. Настройка исходных параметров позволяет провести плодотворную работу при изучении колебательных систем. Для эффективного использования модели требуется знание теоретических основ и понимание того, как изменяемые параметры влияют на результаты. Выбранная нами структура позволяет пользователю минимально обращаться к сторонним ресурсам при изучении теории, сфокусировав внимание на работе с готовой моделью.

Моделирование. Для примера выберем одну из предложенных моделей – математический маятник. Имея доступ к теоретическому блоку, регулировке параметров, графикам и самой модели, пользователь может в динамике отслеживать изменения, происходящие при проведении эксперимента. Функционал, вынесенный в отдельные окна, позволяет в ходе работы менять параметры и вводные данные, задающие ход маятника, что показано на рис. 1. Внесённые изменения влияют также и на графики, отображающие зависимость амплитуды от времени и энергии от времени. На рис. 2 показано влияние изменения одного параметра – затухания колебаний – на целую систему из двух графиков, отражающих движение математического маятника.

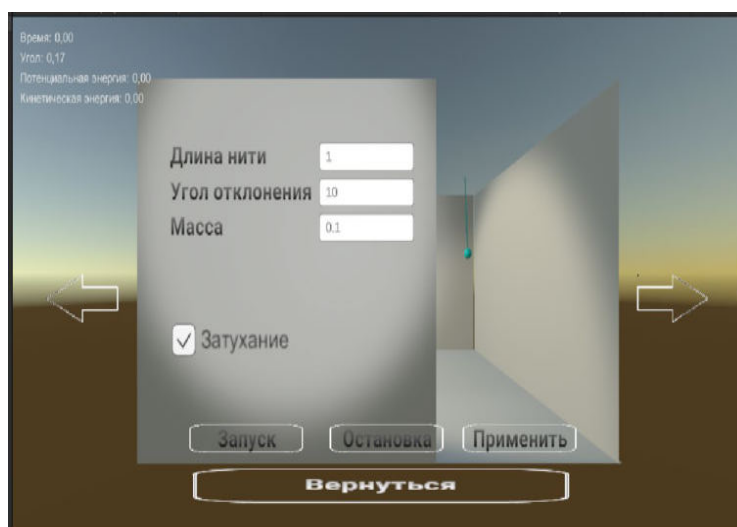


Рис. 1. Изменение исходных данных

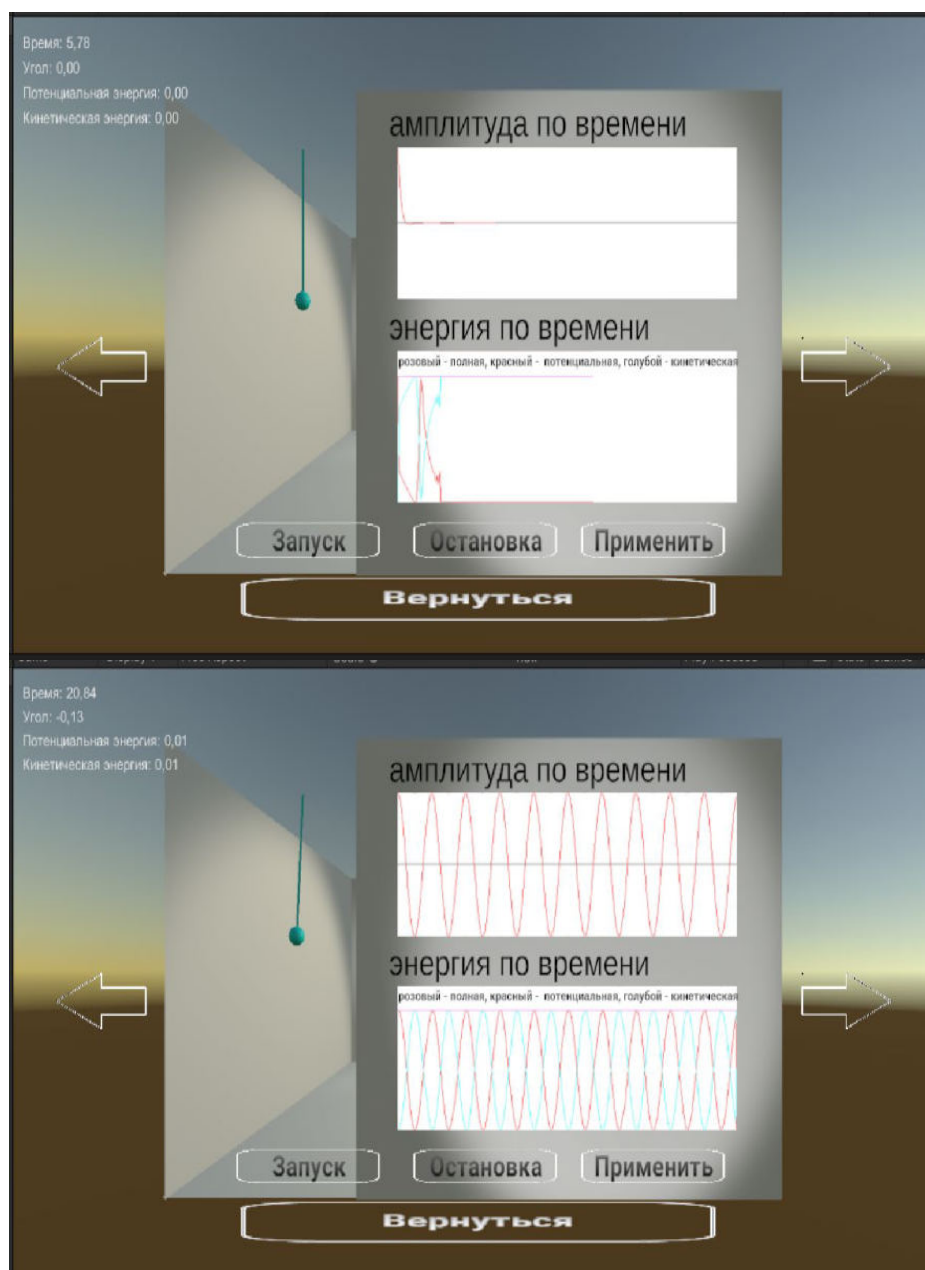


Рис. 2. Демонстрация графиков

Сама динамическая модель представляет шар, подвешенный на нитке или пружине. Для каждой модели можно проследить траекторию движения. Демонстрация самого маятника приведена на рис. 3. Как можно заметить, в верхнем левом углу окна приводятся данные, отражающие угол отклонения, потенциальную и кинетическую энергию маятника в данный момент и время симуляции.

Подход, позволяющий отслеживать не только изменения в движении маятников, но и наглядно видеть изменения в физических величинах облегчает понимание физических законов и самой концепции маятников. Демонстрируемая модель предлагает облегченную базу по каждому представленному маятнику, что положительно скажется на усвоении и восприятии увиденного в динамической модели и на графиках.

Развитие сферы информационных технологий повлекло за собой развитие и сферы образования. Проект продемонстрирует, что темы, являющиеся сложными для усвоения, можно упростить, используя программируемые модели. При разработке данного проекта учитывался

опыт получения знаний в ВУЗе, когда доступ к информации не ограничен, но найти действительно полезную информацию по теме сложно. Следует использовать вычислительные и графические возможности компьютеров для изложения предметного материала в интересной и доступной форме. Это позволит повысить уровень усвоения и понимания материала, а также закрепить изученное демонстрацией и работой с симуляцией, защищённой от влияния погрешности из-за внешних факторов.

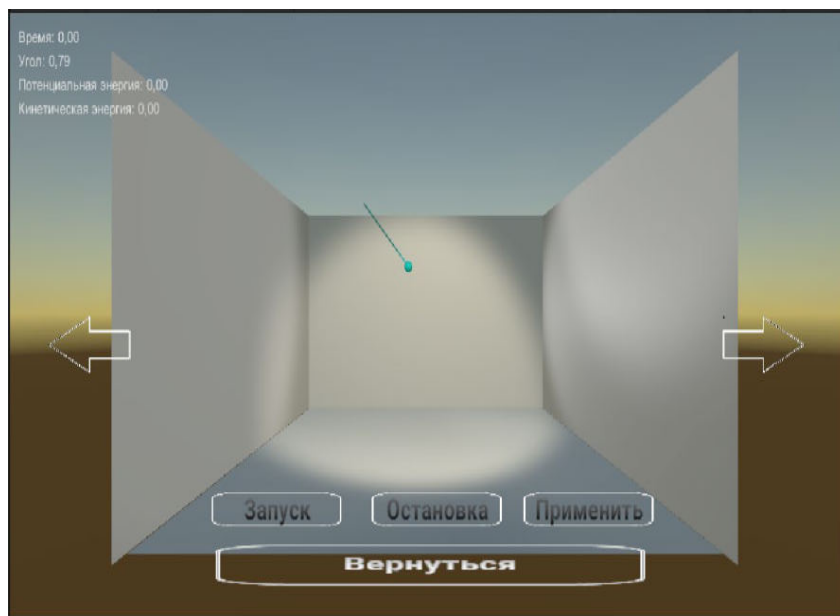


Рис. 3. Модель маятника

Библиографические ссылки

1. Прикладная теория колебаний : Учебное пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; сост. А. Ф. Гусев, М. В. Новоселова. Тверь : Тверской гос. техн. ун-т, 2017. 122 с.
2. Денисов Г. В. К вопросу о локализации колебаний в строительных конструкциях // Magazine of Civil Engineering. 2012. № 5. С. 60–64.
3. Хронобиология : учеб. пособие / И. А. Марзалюк, А. Г. Кохановский, С. Н. Ходин [и др.] ; под ред. д-р биол. наук, проф. Н. С. Москвитина. Томск : Образование и наука, 2013. С. 14–28.
4. Ларкович С. Н., Евдокимов П. В. С# для Unity-разработчиков. Практическое руководство по созданию игр. СПб : Издательство Наука и Техника, 2023. 368 с.