

*Matis M. A.*

*студентка*

*Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт*

*(филиал) ФГАОУ ВО «Уральский государственный педагогический*

*университет»*

*г. Нижний Тагил, Россия*

## **ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА С БОЛЬШОЙ СКОРОСТЬЮ ПОД УГЛОМ К ГОРИЗОНТУ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

### **Аннотация**

В исследовании обсуждается потенциал применения компьютерного эксперимента при изучении физических явлений. Рассматриваются дидактические возможности изучения движения тела, брошенного под углом к горизонту. На примере задачи определения дальности полета снаряда, выпущенного танком, продемонстрированы этапы моделирования физического процесса, реализуемые обучающимися. Делается вывод о целесообразности применения подобных экспериментов в урочной и внеурочной деятельности обучающихся основной школы.

**Ключевые слова:** обучение физике, моделирование, этапы моделирования, вычислительный эксперимент.

*Matis M. A.*

*student*

*Nizhny Tagil State Socio-Pedagogical Institute (branch) of the Ural State Pedagogical*

*University*

*Nizhny Tagil, Russia*

## **STUDYING THE MOVEMENT OF A BODY WITH HIGH SPEED AT AN ANGLE TO THE HORIZON IN TEACHING PHYSICS**

### **Annotation**

This study discusses the potential of using a computer experiment in studying physical phenomena. It examines the didactic possibilities of studying the motion of a body thrown at an angle to the horizon. Using the example of the task of determining the flight range of a projectile fired by a tank, the stages of modeling a physical process implemented by students are demonstrated. A conclusion is made about the feasibility

of using such experiments in the classroom and extracurricular activities of students in basic schools. Keywords: teaching physics, modeling, modeling stages, computational experiment.

**Key words:** website, online store, functional requirements, functional modeling methodology, object-oriented design methodology.

Изучение движения тела, выпущенного под углом к горизонту, является важной задачей как в теоретической, так и в прикладной механике. Данная тема имеет широкое применение в различных областях, таких как баллистика, ракетостроение, спортивная механика и др. Понимание закономерностей движения тела под углом к горизонту позволяет оптимизировать процессы, связанные с управлением траекторией движения, повысить точность попадания и эффективность использования различных устройств.

Изучение движения тела, движущегося под углом к горизонту, в школьном курсе физики с применением средств компьютерного моделирования важно по нескольким причинам [1, 4]:

1. Способствует пониманию законов механики. Обучающиеся, изменяя параметры, описывающие движение, изучают как действуют силы и как они влияют на движение тел при различных начальных условиях.

2. Обучающиеся проходят основные этапы моделирования – построение математической модели, формализация ее средствами цифровых технологий, проведение вычислительного эксперимента, проверка адекватности построенной модели, анализ полученных результатов [2].

3. Такой тип задач позволяет создать условия для развития аналитического мышления и формирования навыков применять теоретические знания на практике.

Рассмотрим этапы моделирования физического процесса, проходимые обучающимися.

*Формулировка задачи:* Задание: Рассчитать траекторию полета снаряда, выпущенного из танка Leopard 2A7 под различными углами к горизонту. Определить, при каких условиях (начальная скорость, угол возвышения) снаряд попадет в заданную цель.

*Цель работы:* Изучить количественные характеристики движения снаряда, выпущенного из танка Leopard 2A7 под разными углами к горизонту.

*Исследовать зависимости:*

- Траектории движения снаряда  $y(x)$ .
- Горизонтальной  $v_x(t)$  и вертикальной  $v_y(t)$  составляющих скорости от времени.
- Модуля скорости  $v(t)$  и ускорения  $a(t)$  от времени.

– Изменения полной, кинетической и потенциальной энергии снаряда от времени.

– Влияния силы сопротивления воздуха (в том числе силы Стокса) на движение снаряда.

На основе полученных результатов требуется определить диапазон углов возвышения и начальных скоростей, при которых снаряд попадает в заданную цель. Таким образом, основная цель работы – изучение баллистических характеристик движения снаряда, выпущенного из танка Leopard 2A7 под различными углами к горизонту.

*Построение математической модели.* Используя закономерности, изученные в курсе физики, обучающиеся строят математическую модель. Математическая модель, записанная средствами математического пакета Mathcad, представлена на рисунке 1.

$$v_x = \frac{d}{dt}x \quad \text{для определения } x(t) \text{ и } y(t)$$

$$v_y = \frac{d}{dt}y$$

$$\frac{d^2}{dt^2}x = -\frac{1}{m} \cdot (k_1 + k_2 \cdot \sqrt{v_x^2 + v_y^2}) \cdot v_x \quad \text{для определения } v_x(t) \text{ и } v_y(t)$$

$$\frac{d^2}{dt^2}y = -\frac{1}{m} \cdot \left[ g + (k_1 + k_2 \cdot \sqrt{v_x^2 + v_y^2}) \cdot v_y \right]$$

Рис. 1. Математическая модель движения тела под углом к горизонту

Дискретная модель представлена на рисунке 2.

Строим дискретный аналог прикладной модели

$$t_{i+1} = \Delta t + \Delta t \cdot i$$

$$x_{i+1} = x_i + v_{x_i} \cdot \Delta t$$

$$y_{i+1} = y_i + v_{y_i} \cdot \Delta t$$

$$v_{x_{i+1}} = v_{x_i} - \left[ \frac{k_1 \cdot v_{x_i} + k_2 \cdot \sqrt{(v_{x_i})^2 + (v_{y_i})^2} \cdot v_{x_i}}{m} \right] \cdot \Delta t$$

$$v_{y_{i+1}} = v_{y_i} - \left[ g + \frac{k_1 \cdot v_{y_i} + k_2 \cdot \sqrt{(v_{x_i})^2 + (v_{y_i})^2} \cdot v_{y_i}}{m} \right] \cdot \Delta t$$

Рис. 2. Дискретная математическая модель

Компьютерная модель – компьютерная программа, реализующая дискретную модель записанной ранее математической модели представлена на рисунке 3. Компьютерная модель представлена для экспериментальных данных. Аналогичным образом может быть получена компьютерная модель для идеального движения.

```

fun(t, Δt) :=
  v0 ← v0
  α0 ← α0
  x0 ← x0
  y0 ← y0

  vx0 ← v0 · cos(α0 · π / 180)
  vy0 ← v0 · sin(α0 · π / 180)
  F10 ← k1 · v0
  F20 ← k2 · (v0)²

  F1x0 ← k1 · v0 · cos(α0 · π / 180)
  F1y0 ← k1 · v0 · sin(α0 · π / 180)
  F2x0 ← k2 · (v0)² · cos(α0 · π / 180)
  F2y0 ← k2 · (v0)² · sin(α0 · π / 180)

  for i ∈ 0.. t / Δt
    ((break) if yi < 0)
    xi+1 ← xi + vx_i · Δt
    yi+1 ← yi + vy_i · Δt
    vx_i+1 ← vx_i - [k1 · vx_i + k2 · √(vx_i)² + (vy_i)² · vx_i] / m · Δt
    vy_i+1 ← vy_i - [k1 · vy_i + k2 · √(vx_i)² + (vy_i)² · vy_i] / m · Δt
    vi+1 ← √(vx_i+1)² + (vy_i+1)²
    α_i+1 ← acos(vx_i+1 / vi+1) · 180 / π
    F1_i+1 ← k1 · vi+1
    F2_i+1 ← k2 · (vi+1)²
    ti+1 ← Δt · i + Δt
  
```

Рис. 3. Компьютерная модель

Изменяя начальные параметры модели можно проводить компьютерный эксперимент. На рисунке 4 представлены результаты движения снаряда при реальных (слева) и идеальных (справа) условиях. Визуализация полученных результатов позволяет сравнить полученные данные для идеального и реального процессов [3].

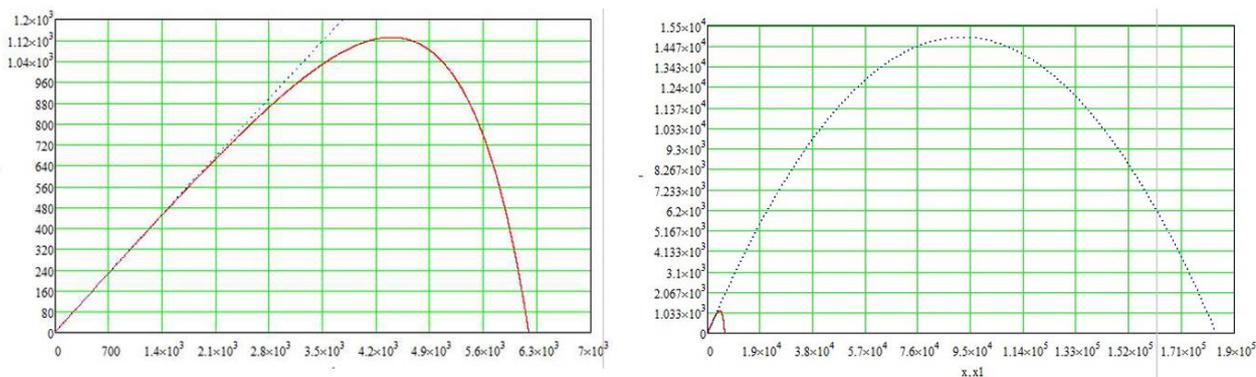


Рис. 4. Графики изменения координат снаряда

Выводы: Исходя из графиков обучающийся может убедиться, что траектория по которой движется снаряд, брошенный под углом – это парабола. Сопротивление среды очень сильно уменьшает скорость снаряда. В результате чего дальность экспериментального полета составила 6189000 ед, а идеального полета – 183500000 ед. Среда действительно сильно играет важную роль при построении модели движения, ее отрицать никак нельзя. Синий график идеально симметричный, а красный нет, потому что снаряд изменяет свою скорость во время полета из-за сопротивления в силу второго закона Ньютона.

В целом, изучение движения тела под углом к горизонту – это важная практическая задача, выводы сделанные из решения которой помогают понять и предсказывать поведение объектов в реальной жизни. Решение подобных задач целесообразно применять в курсе физики основной и средней школы при изучении кинематики, выполнении проектной деятельности обучающимися.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баженова И. И., Бужинская Н. В., Васева Е. С. Разработка и применение цифровых образовательных ресурсов по физике : Учебно-методическое пособие Махачкала : Общество с ограниченной ответственностью «АЛЕФ», 2021. 92 с.
2. Бубин М. Н. Особенности применения моделирования физических экспериментов в обучении физике // Проблемы учебного физического эксперимента : Сборник научных трудов XXIX Всероссийской научно-практической конференции, Глазов, 26–27 января 2024 года. Москва:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт стратегии развития образования», 2024. С. 8-9.

3. Васева Е. С., Терегулов Д. Ф., Бужинская Н. В. Применение информационных технологий для обработки отраслевой информации : Учебно-методическое пособие. Махачкала : Общество с ограниченной ответственностью «АЛЕФ», 2020. 98 с.

4. Донцов Н. О., Гладышева Л. Е. Роль компьютерного моделирования при исследовании физических процессов // Молодежный вестник ИргТУ. 2023. Т. 13, № 2. С. 499-503.