

средства обучения «Квадратные уравнения»: анализ текста задачи и выработка оптимального пути решения; моделирование изложенных ситуаций в тексте задачи; использование необходимых знаково-символических средств математического анализа; способность к воспроизводству решения задачи; анализ отдельных этапов при решении задач, объяснение и доказательство способа действия при решении задач.

Практическая часть электронного средства обучения может быть использована учителями в качестве методического пособия при работе с учащимися на уроках или факультативных занятиях. Также учащиеся могут применять его как справочный материал. Электронное средство обучения «Квадратные уравнения» было успешно апробировано в учебном процессе школы во время педагогической практики.

Список использованной литературы

1. Листопад, Н. И. Электронные средства обучения: состояние, проблемы, перспективы / Н. И. Листопад, Ю. И. Воротницкий. – Минск : Вышш. шк., 2008. – С. 6–14.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ В ПОЛЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ** **Можер Екатерина (УО МГПУ им. И. П. Шамякина, Беларусь)** **Научный руководитель – А. В. Макаревич, канд. физ.-мат. наук, доцент**

Из второго закона Ньютона следует, что причиной возникновения ускорения тел является действие на них некомпенсированной силы. В механике рассматриваются силы различной физической природы. При этом многие механические явления и процессы определяются действием сил тяготения [1]. Поэтому представляет интерес построение компьютерных моделей с целью изучения движения тел под действием силы тяжести.

Смоделируем движение тела, брошенного под углом к горизонту, учитывая дополнительно влияние на его полет вязкой силы сопротивления воздуха. Указанный процесс может быть описан с использованием следующей полученной системы дифференциальных уравнений.

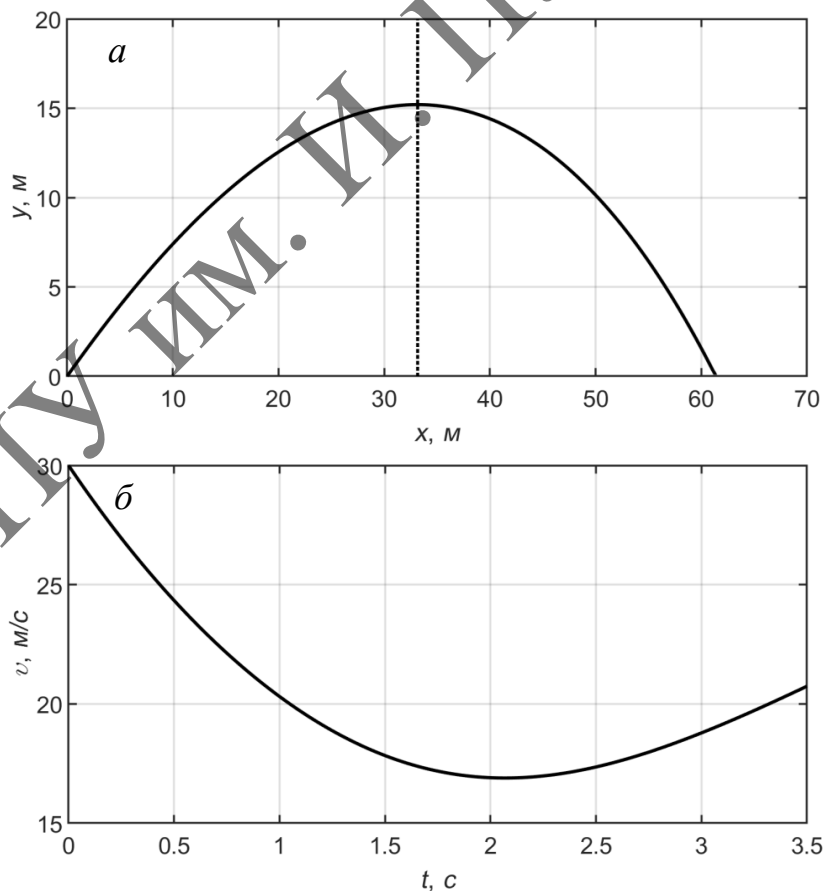
$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{3C_d\rho_0\sqrt{v_x^2+v_y^2}}{8\rho r}v_x, \\ \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{3C_d\rho_0\sqrt{v_x^2+v_y^2}}{8\rho r}v_y - g. \end{cases}$$

При решении указанной системы численными методами в среде Matlab [2] был реализован полет резинового мяча радиусом  $r = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ , запущенного под углом  $\alpha = 40^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0 = 30 \text{ м/с}$ . При расчетах использовались следующие значения физических

величин: коэффициент лобового сопротивления тела шарообразной формы  $C_d = 0,5$ , плотность воздуха  $\rho_0 = 1,204 \text{ кг} / \text{м}^3$ , плотность резинового мяча  $\rho = 1,19 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$ , ускорение свободного падения  $g = 9,81 \text{ м} / \text{с}^2$ .

Графические результаты численных расчетов траектории полета мяча и изменения модуля его скорости, полученные при решении приведенной выше системы методом Рунге-Кутты 4-го порядка, представлены на рисунке 1. Шаг интегрирования по времени  $\Delta t$  составлял  $10^{-4} \text{ с}$ .

Из компьютерного эксперимента установлено, что при выбранных параметрах и начальных условиях задачи время полёта рассматриваемого тела составило примерно  $3,5 \text{ с}$ , а дальность –  $61,4 \text{ м}$ . При этом из фрагмента 1,а видно, что траекторией движения мяча является не парабола, которая имеет место в безвоздушной среде, поскольку вершина полученной траектории оказалась «сдвинута» вправо по отношению к горизонтальной оси. Для наглядности это демонстрируется проведенной через вершину траектории вспомогательной вертикальной штриховой линией. Также при учете сил сопротивления значение скорости мяча при падении оказалось значительно меньше значения его начальной скорости, что видно из фрагмента 1, б (без учета сил сопротивления воздуха значения скорости тела на одном горизонтальном уровне всегда точно совпадают).



**Рисунок 1 – Траектория движения резинового мяча (фрагмент а) и зависимость его скорости от времени (фрагмент б)**

Таким образом, наличие сил сопротивления может существенно влиять на характер движения тел в вязких средах и поэтому их учет является обязательным для адекватного описания поведения рассматриваемых физических объектов.

Список использованной литературы

1. Хайкин, С. Э. Физические основы механики / С. Э. Хайкин. – СПб. : Лань, 2008. – 768 с.

2. Малютин, В. М. Компьютерное моделирование физических явлений : учеб. пособие / В. М. Малютин, Е. А. Склярова. – Томск : ТПУ, 2004. – 156 с.

## **ЛОКАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ STEM-ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

**Моисеенко Константин (УО МГУ им. А. А. Кулешова, Беларусь)**

**Научный руководитель – В. М. Кротов, канд. пед. наук, доцент**

Учебный проект рассматривается как самостоятельная, творческая, завершенная работа обучающегося, соответствующая его возрастным возможностям и выполненная в соответствии с обобщенным алгоритмом проектирования: от идеи до воплощения в реальность. Она направлена на решение конкретной проблемы, достижение оптимальным способом заранее запланированного результата.

Существует множество учебных проектов по разным основаниям их классификации. Выбор того или иного вида проектов зависит от многих факторов, среди которых дидактическая цель их применения, роль и значение проектов в дидактической системе учителя [1].

Проектная форма организации познания, в ходе которого учащиеся объединяются в группы для совместного решения учебных задач, рассматривается в качестве одного из принципов реализации STEM-подхода в обучении.

Кроме этого, реализация STEM-подхода в обучении физике предполагает, что:

- учебные задачи имеют практический характер и результат их решения может быть использован для нужд семьи, класса, школы;
- учебные задачи создаются таким образом, что для их решения необходимо использование знаний сразу нескольких учебных дисциплин;
- предусматривается охват дисциплин, которые являются ключевыми для подготовки инженера или специалиста по прикладным научным исследованиям: предметы естественнонаучного цикла (физика, химия, биология), современные технологии и инженерные дисциплины [2].

В контексте исследуемой проблемы целесообразно использовать в учебном процессе практико-ориентированные, локальные (выполняемые в рамках одного учебного модуля) и групповые учебные проекты.

Под учебным модулем содержания обучения физике понимают совокупность структурных элементов физических знаний (часть содержания обучения) обладающая относительной самостоятельностью [2].