

## РАЗВИТИЕ УМЕНИЙ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ

*Кафедра методики обучения физике.  
Научный руководитель - С. В. Бубликов*

Сущность педагогического целеполагания отражают следующие два теоретических положения. Первое состоит в том, что педагогические цели рассматриваются как «ожидаемые и возможные результаты педагогической деятельности, которые заключаются в изменениях личности в целом, ее отдельных качеств и структур»<sup>1</sup>. Иначе говоря, цель предполагает планирование конкретных изменений личности обучаемого.

Второе положение отражает принцип реальности, который раскрывает существующую связь между целями и результатами, с одной стороны, и целями и потенциалом педагогической системы - с другой. Содержание этого принципа включает следующие требования:

- педагогические цели в системе образования должны исходить из возможностей данной системы (ее ресурсов, особенностей контингента учащихся и т. п.);

- эти цели должны соответствовать общим целям воспитания и социальным функциям системы образования;

- педагогические цели следует разделить на планируемые, отражающие реально достижимые результаты, и прогнозируемые, раскрывающие те или иные возможности достижения желаемых педагогических результатов.

Ерамотно поставленная цель учебной деятельности способствует ее успешному достижению.

Поставим цель - на конкретных примерах обучить школьников анализу физических ситуаций, для которых учащимся неизвестны конкретные законы, описывающие эти ситуации. Реализация этой цели возможна, так как в физике результат можно получить различными способами, например, используя методологические принципы физики, фундаментальные физические

законы, конкретные законы физических теорий<sup>2</sup>. Осознавая «невозможность объятия необъятного», ограничимся следующим примером.

В физике как науке коэффициенты сопротивления среды находятся в каждой конкретной ситуации экспериментально с помощью аэродинамических труб. Это одна из причин, из-за которой силы сопротивления среды в курсе физики средней школы не изучаются или изучаются лишь в ознакомительном плане. Однако, используя фундаментальные физические законы, например, закон сохранения энергии и оборудование школьного кабинета физики, становится возможным оценить коэффициент сопротивления воздуха в случае движения легкого тела по наклонной плоскости.

В аудитории с высокими потолками сконструируем наклонную плоскость, модифицируя установку<sup>3</sup>. Плоскость стыкуем из нескольких коробов для наружной электропроводки, добившись равномерного наклона плоскости без провисания. Изготовим из тонкой бумаги легкий кубик с ребром  $d$ , равным внутренней ширине короба. Угол  $\alpha$  наклона плоскости к горизонту подберем таким, чтобы начальное движение кубика было с возможно большим ускорением, но без отрыва кубика от плоскости.

Для фиксации момента начала движения и измерения скорости в конце плоскости используем бесконтактные датчики современного школьного оборудования по кинематике и динамике. Установка готова. Ее некоторая громоздкость - плата за принципиальную простоту.

Коэффициент трения  $\mu$  скольжения тела по плоскости найдем при равномерном движении кубика внутри короба известным школьникам методом, располагая короб горизонтально. Измерим чувствительным динамометром силу трения скольжения  $F_{\text{тр}}$ . Вычислим вес кубика  $P$  по его массе  $m$ , измеренной на рычажных весах. При таком измерении силы трения и расчете веса учтена систематическая погрешность, вносимая влиянием атмосферы. Таким обра-

зом, коэффициент трения скольжения найден и равен:

$$\mu = F_{\text{тр}} / P. \quad m$$

При движении кубика по наклонной плоскости учтем его взаимодействие с Землей: силой тяжести  $mg$ , с наклонной плоскостью - силой нормальной реакции плоскости  $N$  и силой трения скольжения  $F_{\text{тр}}$ , со средой (воздухом): силой сопротивления  $F_c$ . Другими влияниями атмосферы и возможной электризацией при трении пренебрежем. В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей (рис. 1), второй закон Ньютона при описании движения кубика по наклонной плоскости имеет вид

$$mg + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_c = m\vec{a}. \quad (2)$$

При установлении режима движения с постоянной скоростью  $\vec{v}$ , измеряемой в нижней части наклонной плоскости, ускорение  $\vec{a} = 0$

$$mg + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}_c = 0. \quad (3)$$

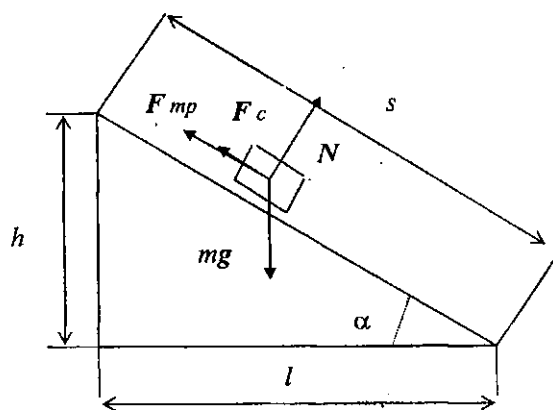


Рис. 1

Введем прямоугольную систему координат, направив ось абсцисс вдоль наклонной плоскости по направлению движения тела, ось ординат вверх перпендикулярно наклонной плоскости. Проецируя уравнение (3) на оси системы координат, и используя закон Амонтона для силы трения скольжения, получим для силы сопротивления воздуха:

$$F_c = mg (\sin \alpha - \mu \cos \alpha). \quad (4)$$

Учитывая соотношения между элементами наклонной плоскости, образующими прямоугольный треугольник (рис. 1),  $\sin \alpha = h/s$ ,  $\cos \alpha = l/s$ , где  $s$  - длина,  $h$  - высота,  $l$  - длина основания наклонной плоскости, измеряемые рулеткой, выражение (4) можно записать в виде:

$$Gc = m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot l \quad (5)$$

Рассмотрим энергетические превращения при движении тела с установившейся скоростью. Воздух массой  $AM$ , перед кубиком приобретает скорость  $v$  и кинетическую энергию  $AM \cdot v^2 / 2$ . На эту величину уменьшится кинетическая энергия кубика за счет сопротивления среды. Иначе говоря, потеря энергии кубиком за счет сопротивления воздуха за интервал времени  $At$  составит

$$\Delta E_k = \frac{AMv^2}{2} - \frac{(pd^2vAt)^2}{2} - \frac{pd^2v^3At}{2}, \quad (6)$$

где  $AM = \rho cPvAt$ , масса воздуха, приводимая в движение кубиком и влияющая на его движение,  $\rho$  - плотность воздуха,  $cP$  - площадь поперечного сечения (миделя) кубика.

Сила сопротивления воздуха за интервал времени  $At$  развивает мощность

$$W = \frac{A \cdot \text{сопр}}{At} = \frac{\Delta E_k}{At} < 0. \quad (7)$$

Мгновенная мощность, развиваемая силой сопротивления воздуха

$$W = F_{\text{сопр}} \cdot v = \frac{v^3}{2} \quad (8)$$

Из (8) находим силу сопротивления воздуха

$$F_{\text{сопр}} = \frac{\rho d^2 v^2}{2} \quad (9)$$

Назовем

$$P = \rho d^2 / 2 \quad (10)$$

коэффициентом сопротивления воздуха при движении кубика по наклонной плоскости. Коэффициент  $P$  можно оценить количественно, зная площадь поперечного сечения кубика и плотность воздуха в условиях опыта.

С учетом (10) можно записать (5) в следующем виде:

$$Gc = P \cdot l \cdot \sin \alpha \cdot I \quad (11)$$

Из (11) видно, что  $P$  можно оценить экспериментально согласно (12), используя данные измерений величин, смысл которых обсужден выше.

$$\beta = \frac{m \cdot g}{s \cdot v} (h - pl) \quad (12)$$

Предложенный подход к оценке коэффициента сопротивления среды в конкретной ситуации позволяет учащимся познакомиться с особенностями изучения реального движения твердых тел в жидкостях и газах и служит пропедевтике необходимости экспериментальных и модельных методов изучения этих вопросов.

В заключение отметим, что накопление учащимися опыта использования фундаментальных физических законов в познавательной деятельности нацелено не только на выполнение образовательных функций, но и на развитие познавательных потребностей и умственных способностей школьников средствами физики как учебного предмета.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1 Лебедев О. Е. Теоретические основы педагогического целеполагания в системе образования: Автореф. дисс.... докт. пед. наук. СПб., 1992. С. 13.

2 Бубликов С. В., Кондратьев А. С. Методологические основы решения задач по физике в средней школе. СПб.: Образование, 1996. 80 с.

3 Бубликов С. В., Густенков П. А., Седенько Х.-А.-Ф. Оценка коэффициента сопротивления среды при движении тела по наклонной плоскости // Физика в школе и вузе: Междунар. сб. научных ст. № 4. СПб.: Изд-во БРАН, 2004. С. 56-59.