



Министерство образования Республики Беларусь

*Учреждение образования*  
«Белорусский государственный педагогический  
университет имени Максима Танка»

## **Физико-математические науки и информатика, методика преподавания**

*Материалы Международной студенческой  
научно-практической конференции  
г. Минск, 19 апреля 2017 г.*

Минск 2017

# ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ДИНАМИКЕ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ СРЕДСТВАМИ АНИМАЦИИ В ФОРМАТЕ SHOCKWAVE FLASH

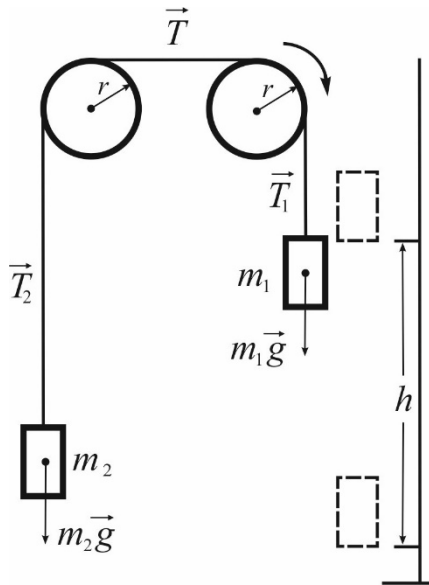
*В.И. Сушко, 5 курс, физико-математический факультет;  
М.А. Новицкий, УО «Гимназия №20, г. Минска»*

*науч. рук.: д-р физ.-мат. наук, профессор. В.Р. Соболев;  
ведущий лаборант О.В. Зинкевич;  
учитель высш. квалифик. кат. Е.Е. Турец*

При организации лабораторных занятий с привлечением электронных систем обработки и накопления информации возможно усилить дидактическую компоненту восприятия материала и одновременно охватить несколько аспектов изложения и закрепления рассматриваемого физического явления, то есть:

- отображать в реальном времени физические процессы и их особенности, которые в виде анимационных моделей демонстрируются на мониторе или интерактивной доске, в том числе и при варьировании некоторых исходных параметров;
- проводить коллективные расчеты на основании фиксируемых в виртуальном экранном эксперименте данных, равно как и распределять смоделированные результаты численного эксперимента среди обучающихся с последующим индивидуальным вычислением и публичной защитой в режиме устного коллоквиума при сопоставлении результатов для различных участников;
- предоставлять электронную лабораторную работу обучающимся на их гаджеты с возможностью самостоятельного усвоения охватываемого процесса через числовое моделирование физического явления и восстановление искомым параметров и характеристик;
- непосредственно отображать ход лабораторного демонстрационного занятия за пределами факультета в аудиториях иных учебных заведений (подшефных школ, гимназий ...) при надежности систем связи.

В сообщении представлены основные моменты организации и проведения лабораторного демонстрационного занятия по динамике поступательного и вращательного движения с применением известной учебной лабораторной установки – так называемой машины Атвуда. Указанное оборудование позволяет рассматривать широкий спектр задач кинематики и динамики, а именно: после измерения времени, массы, расстояния, проходимого грузами, возможно рассчитать ускорение свободного падения, моменты инерции блоков, моменты силы трения, массы блоков и т. д. Электронная версия такой работы может в дополнение к существующему лабораторному оборудованию расширить понимание процессов за счет гибкости и быстроты перебора параметров эксперимента с мгновенным электронным измерением и фиксированием базы данных, которая формируется в ходе ознакомления с рассматриваемыми процессами. В электронной версии работы довольно легко предусмотреть вариацию условий эксперимента количественного и качественного характера.



Так, для традиционной машины Атвуда при наличии двух грузов, соединенных невесомой нитью и двух блоков, вращающихся с трением, основная система уравнений и их решение с учетом возможности выявления ускорения поступательного движения через электронную фиксацию времени прохождения произвольно варьируемых масс грузов через варьируемую высоту имеет вид:

$$\begin{aligned} m_1 g + \vec{T}_1 &= m_1 \vec{a}, \\ m_2 g + \vec{T}_2 &= m_2 \vec{a}, \\ (\vec{T}_1 + \vec{T}) r + \vec{M} &= I \frac{\vec{a}}{r}, \\ (\vec{T}_2 + \vec{T}) r + \vec{M} &= I \frac{\vec{a}}{r}. \end{aligned}$$

Решение системы уравнений позволяет выразить ускорение свободного падения  $g$ , момент силы трения  $M$ , радиусы блоков  $r$ , их массу  $m$  и моменты инерции  $I$ , силы натяжения нитей  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T$ . При этом можно использовать данные нескольких независимых электронных измерений времени  $t$  прохождения груза высоты  $h$  с применением ниже перечисленных рабочих формул. Также на основе электронных измерений целесообразно построить график зависимости углового ускорения от результирующего момента приложенных сил.

$$h = \frac{1}{2} a t^2, \quad a = \frac{(m_1 - m_2) g - 2M \frac{1}{r}}{m_1 + m_2 + 2I \frac{1}{r^2}},$$

$$I = \frac{1}{2} m r^2, \quad g = \frac{m_1 + m_2 + 2I \frac{1}{r^2}}{m_1 - m_2} a + \frac{2M \frac{1}{r}}{m_1 - m_2},$$

$$(m_1 - m_2) g - 2I \frac{a}{r^2} - 2M \frac{1}{r} = (m_1 + m_2) a,$$

$$M = \frac{(m_1 - m_2)}{2} g - \frac{1}{2} \left( 2I \frac{1}{r^2} + m_1 + m_2 \right) a.$$

Таким образом, электронный эксперимент на лабораторной установке «Машина Атвуда» позволяет имитировать движение с трением и без него и восстанавливать по данным измерений параметры схемы с коллективным обсуждением особенностей процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Яковенко, В.А. Курс общей физики. Механика / В.А. Яковенко, Г.А. Заборовский, С.В. Яковенко.– Минск, 2008.–320 с.
2. Adobe Creative Time / Adobe Press. Adobe Flash Professional CS6 CLASSROOM IN A BOOK / Stephen Nathans-Kekky. – 2012. – 418 p.