

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ШКОЛЬНОГО УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ**

**MODELING OF A SCHOOL EDUCATIONAL EXPERIMENT BASED
ON DIGITAL INTERACTIVE MODELS**

**А. С. Кляузо / A. S. Kliauzo
А. В. Зинкевич / O. V. Zinkevich**

*Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка (Минск, Беларусь)*

Рассматриваются методы изучения в школьном лабораторном практикуме механики «золотого правила механики» при действии подъемного механизма на основе неподвижного блока, а также моделирование процесса на основе цифровых интерактивных моделей.

The methods of studying the features of the study in the school laboratory workshop of mechanics of the “golden rule of mechanics” under the action of a lifting mechanism based on a fixed block, as well as modeling of this system based on digital interactive models, are considered.

Ключевые слова: подъемный механизм на основе неподвижного блока, эксперимент, цифровая интерактивная модель, машина Атвуда.

Keywords: lifting mechanism based on a fixed block, experiment, digital interactive model, Atwood machine.

При рассмотрении темы «Блоки и их действие в системах подъема тяжелых» существенно акцентировать внимание учащихся, что «Золотое правило механики» здесь реализуется через сочетание поступательного и вращательного движения и сложнее в осмыслении, чем при рассмотрении другого простейшего механизма для подъема – наклонной плоскости. Усвоение кинематики и динамики комплексного движения предусматривает расширение арсенала привлекаемых терминов к обычным понятиям массы, силы, скорости, терминов момента инерции, момента силы, угловой скорости, углового ускорения. С подобным набором терминов в задачах вращения и механизмов на его основе возможно подготовить школьника к углубленному изучению механики в вузах технического профиля по направлению теории машин и механизмов с элементами проектирования систем перемещения, перевалки грузов для нужд логистики [1, 2].

Усвоение законов механики более доступно в разумном сочетании созерцательно-описательного представления с экспериментальным моделированием в лаборатории. Именно отображение условий реализации идеализированного выигрыша в силе при проигрыше в расстоянии при перемещении массы с помощью вращения и с переходом к приближению реально существующих взаимодействий в таких устройствах актуально для формирования целостного представления о механике Галилея – Ньютона в отличие от меха-

ники Аристотеля. В итоге учащиеся могут сформировать устойчивое представление по расчету статики и динамики системы на основе тела вращения, по оценке ее работоспособности при различных режимах функционирования, включая состояние покоя, подъем массы с малой, большой скоростью, малым, большим ускорением, необходимые энергетические затраты.

Среди базового перечня выполняемых школьниками работ лабораторного практикума за 9 класс в цикле «Изучение неподвижного и подвижного блоков» выявляются преимущества комбинирования поступательного и вращательного движения на примере обычного колеса, акцентируются аспекты уменьшения сопротивления движению тел с большой плоскостью контакта. На примере вращающегося диска с желобом экспериментально выявляются закономерности движения в режиме подъема массы с привлечением терминов поступательного и вращательного движения. Также обретаются навыки расчета параметров процесса при действии сил трения, моделируются условия функционирования простейшего подъемного механизма на основе системы блоков, что является масштабной практико-ориентированной задачей.

В механике блок, как тело вращения в виде диска с желобом, позволяет преобразовывать направление перемещения нити и закрепленной на ней массы противоположно движению свободного конца нити (рисунок 1). Важно, что в силовом плане состояние равновесия, подъема с постоянной скоростью, в ускоренном режиме различаются и даже для условно легкого блока уравнение движения предписывает в общем случае возрастание нагрузки на трос.

$$\vec{T} + \vec{T}' = 0, \quad m\ddot{x} = T - mg \quad (1)$$

Согласно (1), наиболее щадящий режим – режим минимальной скорости-ускорения. Кажущийся подъем с большой постоянной скоростью ($\ddot{x} = 0, v = const$), по сути, не дает преимуществ, так как для выхода на высокую скорость за конечное время требуется соответствующее ускорение.

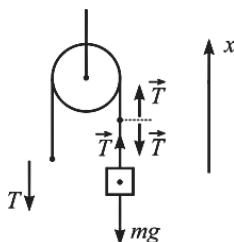


Рисунок 1. – Графическое изображение сил, действующих в блоке с неподвижной осью

В дополнение к реальному лабораторному эксперименту цифровое моделирование процесса можно произвести на основе модели «Машина Атвуда». Указанная лабораторная установка позволяет исследовать движение с постоянным ускорением и включает в себя стойку с линейкой, блок с перекинутой

нитью и фотодатчик для регистрации времени опускания при разбалансе плеч (рисунок 1). Цифровая модель процесса была создана и сохранена в расширении Shockwave Flash Object (.swf), которое позволяет использовать ее интерактивно и на уроках в классе, и при выполнении заданий самостоятельной работы на домашнем компьютере. Программное обеспечение в этой модели известно учащимся 9 класса как программа Macromedia Flash 8, которая бесплатно распространяется компанией Adobe Systems Incorporated.

В цифровой форме процесс можно представить на примере задачи по определению ускорения свободного падения, когда интерактивно выставляется масштаб разбаланса масс модифицированного блока.

После команды «пуск» учащиеся созерцают в реальном времени опускание массы с электронным фиксированием длительности времени (рисунок 2). Дополнительно можно фиксировать перепад высот и рассчитать и масштаб изменения потенциальной энергии, и работу сил тяжести.

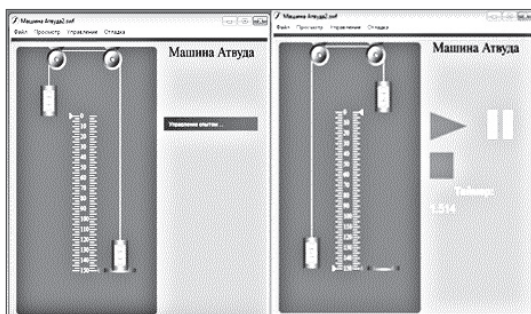


Рисунок 2. – Исходное состояние – а) конечное – б) состояние виртуального эксперимента на дисплее в цифровой модели машины Атвуда

Таким образом механическое устройство в виде блока в лабораторном практикуме школы при изучении законов механики Галилея – Ньютона может быть дополнено виртуальным экспериментом в цифровом формате с интерактивным моделированием движения при его разбалансировке на примере машины Атвуда.



Список использованных источников

1. Собаль, В. Р. Компьютарныя анімацыі – сродак павышэння эфектыўнасці працэсу вывучэння фізікі / В. Р. Собаль, Ч. М. Федаркоу, А. А. Бардовіч // Весці БДПУ. Серыя 3. № 2. – 2018. – С. 37–42.
2. Sobol, V. Interactive representation of the laws of mechanics on the basis of digital model "Atvud mashine". Sobol V., Zinkevich O., Fedorcov Ch./Educational information technologies and a robotics.//Proc, Rep. Scient./Pract. Conf. Minsk. March 27–28, 2018. P. 108–111.