

*Верховцева Марина Олеговна,  
Журавлёв Юрий Борисович,  
Верховцев Алексей Валерьевич*

## **ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В МУЗЕЕ – ТЕПЕРЬ ЭТО РЕАЛЬНОСТЬ!**

Несколько месяцев назад у школьников Санкт-Петербурга появилась возможность изучать физику, не только сидя за партой с учебником в руках, но и самостоятельно выполняя разнообразные интерактивные эксперименты – открылся музей занимательной науки «ЛабиринтУм». По своему замыслу музей продолжает традиции существовавшего до войны в Ленинграде Дома занимательной науки, созданного в 30-х годах по инициативе великого популяризатора науки Я.И. Перельмана.

Основная задача музея – стереть границу между традиционным образованием и занимательностью в обучении, пробудить интерес к знанию, науке, сделать её привлекательной для пытливого юного ума.

Музей представляет собой открытую среду обучения, в которой каждый посетитель может стать участником самых разнообразных научных экспериментов и небольших исследований. Все экспонаты не только иллюстрируют физические явления, но и незаметно для испытателей выполняют просветительскую и образовательную миссию. Посещение музея организовано как в свободном режиме, так и для организованных групп школьников. Для последних специально подготовленные гиды проводят экскурсию по залам «ЛабиринтУма», рассказывая про экспонаты и демонстрируя принцип их

действия, причем активными участниками подобных маленьких исследований являются сами дети. Все посетители музея наглядным образом постигают научные законы, которые порой достаточно трудны для понимания в стенах школы.

Музей разделен на семь экспозиционных зон. Каждая зона «ЛабиринтУма» включает экспонаты, иллюстрирующие процессы или явления из тех или иных областей физики – механики, оптики, электричества и магнетизма, а также объясняющие природу и механизмы возникновения различных природных явлений.

Самый большой по площади зал музея, носящий красивое название «Мир физических экспериментов», объединяет две зоны – «Мы вместе» и «Я исследую». В зоне «Мы вместе» представлены экспонаты, демонстрирующие некоторые принципы механики и электрические явления. Для проведения эксперимента юным исследователям может потребоваться помощь своих сверстников или даже взрослых – экспонаты, представленные в этой зоне, рассчитаны на коллективное участие.

В зоне под названием «Я исследую», напротив, можно наглядно постигать науку и в одиночку. Данная зона посвящена механическим явлениям и законам движения, с которыми молодые исследователи встречаются на протяжении изучения всего курса физики в школе. В частности,

в данной зоне представлен ряд экспонатов, демонстрирующих принцип действия простых механизмов, различных колебательных систем, а также демонстрирующих основополагающие законы сохранения – энергии, импульса и момента импульса. Остановимся чуть подробнее на каждом из экспонатов, представленных в данной зоне.

В школьном курсе физики при изучении колебаний, как правило, ограничиваются узким классом гармонических и затухающих квазигармонических движений [1]. В зоне «Я исследую» представлен ряд маятников и колебательных систем, состоящих из нескольких маятников, которые демонстрируют более сложное движение по сравнению с системами, изучаемыми в школе (рис. 1).

Одним из примеров подобных систем является маятник Максвелла. Он представляет собой массивный диск, через ось симметрии которого проходит жёстко закрепленный с ним стержень. Стержень подвешен на двух параллельных нитях, которые на него наматываются. Отпущенный из верхнего положения маятник завораживающе медленно опускается вертикально вниз, а затем вновь возвращается в исходное положение. В этом экспонате дети легко могут узнать популярную

игрушку йо-йо, устроенную на подобном принципе.

Интересно наблюдать за связанными маятниками, которые представляют собой систему, состоящую из двух одинаковых маятников, жёстко связанных между собой при помощи пружины, совершающей крутильные колебания. При выведении из положения равновесия одного из маятников следом начинает раскачиваться второй. Через некоторое время колебания первого маятника почти полностью затухают, в то время как амплитуда колебаний второго доходит до своего максимального значения. Затем процесс повторяется в обратном направлении. Обмен энергией между маятниками происходит через связь – пружину. Однако существуют некоторые начальные режимы, при которых связь не оказывает никакого влияния на дальнейшее движение маятников. Так, например, при синфазном или противофазном запуске маятников характер движения со временем не меняется, и обмена энергией не происходит. И внимательные посетители музея находят эти режимы! Многие достаточно долго рассматривают движение. Понять сразу не удаётся, но возникает вопрос «Почему?». А это уже является шагом к дальнейшему пониманию.



... представляет  
ряд маятников...



Рис. 1. Некоторые из колебательных систем, представленных в зоне «Я исследую» – маятник Максвелла (по центру), маятник в карданном подвесе (слева) и маятник с упругой

Чуть более сложная колебательная система представляет собой хаотический маятник, состоящий из двух грузов, вращающихся вокруг общей оси, которая сама совершает колебания в той же плоскости. При достаточно большой начальной амплитуде колебаний такого маятника в дальнейшем он совершает непредсказуемые негармонические колебания. Таким образом, невозможно точно описать движение каждой из его составляющих в некоторый заранее заданный момент времени.

Наряду с небольшими настольными маятниками, в зоне «Я исследую» присутствует и колебательная система гораздо большего размера, которая представляет собой маятник в карданном подвесе – шарнирной опоре, позволяющей закреплённому в ней объекту двигаться одновременно в нескольких плоскостях. Запуская такой маятник под углом к осям подвеса, мы, тем самым, заставляем колебаться маятник в двух направлениях сразу. Результатирующим движением груза будет движение по эллипсу с переменным эксцентриситетом, оси которого изменяют свое положение в пространстве.

Из знаменитых маятников нет только маятника Фуко – эксперимент по обнаружению с помощью этого маятника суточ-

ного вращения Земли требует достаточно длительного времени наблюдения.

Последняя из представленных в зоне колебательных систем носит красивое название «Колыбель Ньютона» и является наглядной иллюстрацией закона сохранения импульса и демонстрацией его передачи в системе взаимодействующих упругих тел. Система состоит из ряда тяжёлых шариков, последовательно подвешенных на нерастяжимых нитях вдоль одной прямой. Отпустив отведённый в сторону шарик с одного конца, юные исследователи с удивлением обнаруживают, что на другом конце также отскакивает только один шарик. Возвращаясь обратно, он, в свою очередь, передаёт свой импульс и энергию по цепочке снова первому шару. Опытным путём исследователи приходят к выводу, что в данном случае крайние маятники будут колебаться, а средние шары будут покоиться. Более настойчивые посетители повторяют опыт с двумя или тремя отклонёнными шарами.

Демонстрация закона сохранения энергии осуществляется на примере наклонной горки, переходящей в вертикальную петлю (рис. 2). Шарик, запущенный с разной высоты, либо преодолевает «мёртвую петлю», либо падает, не сумев совершить полный оборот. Посети-

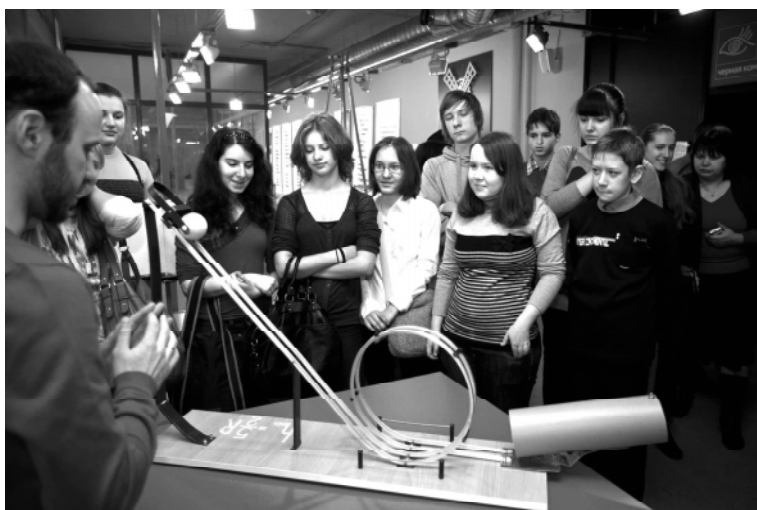
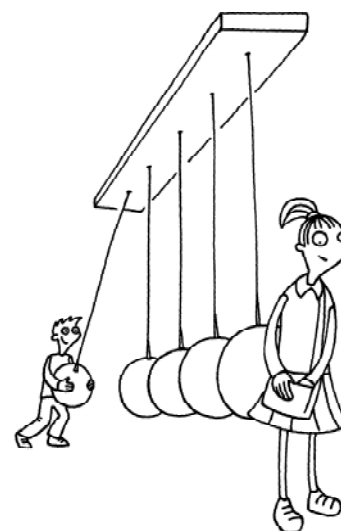


Рис. 2. «Мёртвая петля», демонстрирующая закон сохранения полной механической энергии



*...на другом конце также отскакивает только один шарик.*

телям «ЛабиринтУма» предоставляется возможность экспериментально определить минимальную высоту горки, необходимую для преодоления петли.

Большой популярностью пользуется «скамья Жуковского» – устройство для демонстрации закона сохранения момента импульса. Человек, раскрученный с гантелями в руках на вращающемся стуле, сгибая и разгибая руки, может изменять свой момент инерции и, как следствие, скорость вращения.

Помимо крайне полезных экспонатов, с точки зрения школьного курса физики, в зоне «Я исследую» сосредоточены и просто очень увлекательные и познавательные. Одним из таких экспонатов является так называемый «Ящик Вуда», названный в честь американского ученого Роберта Вуда, который впервые сконструировал подобный прибор и использовал его для демонстрации опытов студентам [2]. Ящик Вуда представляет собой квадратную тумбу с расположенным внутри нее генератором дыма. На верхней панели ящика установлена упругая мембрана с круглым отверстием. При резком нажатии на мембрану из отверстия вылетает сгусток дыма, превращающийся в вихревое кольцо, наподобие дымовых колец, выпускаемых забавляющимися курильщиками.



*Человек... сгибая и разгибая руки, может изменять свой момент инерции и... скорость вращения.*

Очень любопытным экспонатом является воздушная пушка (рис. 3), позволяющая ощутить на себе действие звуковой волны и даже сдвигать с места предметы с помощью звука. При ударе по мембране барабана возникают колебания воздуха, которые распространяются в виде звуковой волны. Дойдя до предмета, звуковая волна действует на него с определенной силой. Сначала юные посетители охотно экспериментируют на друзьях и родителях, а потом сами становятся перед пушкой, чтобы ощутить на себе воздушный удар.

Довольно необычным образом в музее представлены простые механизмы. Для демонстрации принципа действия рычага посетителям предлагается поднять тяжёлый сейф при помощи одной из веревок, прикреплённых к массивной перекладине. Меняя плечо прикладываемой силы, можно получить различный выигрыш в силе, проигрывая при этом в пути. Так посетителями познается «золотое правило механики».

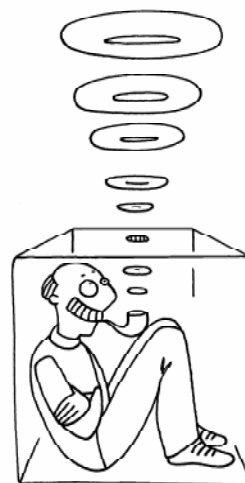
Рядом располагается другой пример простых механизмов – полиспаг – система связанных подвижных и неподвижных блоков. При помощи такого устройства посетитель, сидя в кресле, сможет поднять самого себя (рис. 4). За счет комбинации подвижных и неподвижных блоков про-



Рис. 3. Воздушная пушка, демонстрирующая распространение звуковой волны



Рис. 4. Посетители «ЛабиринтУма», сидя в кресле, поднимают сами себя за счет полиспаста



Алекс Вуда...

исходит значительное уменьшение прикладываемой силы и изменение направления её действия. При этом можно заметить, что прикладываемое усилие зависит от числа блоков в системе.

Настоящей изюминкой зоны «Я исследую» и всего музея в целом является терменвокс – один из первых электромузыкальных инструментов, являющийся предшественником современных синтезаторов. Уникальность данного инструмента заключается в том, что управление звуком происходит в результате свободного перемещения рук исполнителя в электромагнитном поле вблизи двух металлических антенн, за счёт чего изменяется ёмкость ко-

лебательного контура и, как следствие, частота издаваемого звука [3]. При помощи этого инструмента становится возможным извлечение звуков прямо из воздуха!

Посетителям музея предоставляется уникальная возможность пронаблюдать самостоятельно некоторые физические явления. Занимательный характер предлагаемых экспонатов формирует у посетителей музея интерес к дальнейшему изучению этих явлений. Экспозиция музея представляет собой наглядный демонстрационный материал для того, чтобы пробудить интерес школьников к изучению физики и поддерживать его на протяжении длительного времени.

### Литература

1. Безручко Б.П. Нелинейные маятники и их модели // Соросовский образовательный журнал, 2000. № 9. С. 95–102.
2. Вуд Р. Вихревые кольца // Квант, 1971. № 12. С. 28–30.
3. Сайт Центра электроакустической музыки «Термен-Центр» // <http://www.theremin.ru/>

**Верховцева Марина Олеговна,**  
аспирантка кафедры методики  
обучения физике факультета физики  
РГПУ им. А.И. Герцена,

**Журавлёв Юрий Борисович,**  
научный сотрудник кафедры  
радиофизики факультета СПбГУ,

**Верховцев Алексей Валерьевич,**  
аспирант кафедры  
экспериментальной физики физико-  
механического факультета СПбГУ.

© Наши авторы, 2011.  
Our authors, 2011.