РАЗДЕЛ XI. ФИЗИКА

Кельдышев Д.А., Иванов Ю.В., Саранин В.А.

Инженерно-физический практикум с использованием мобильной лаборатории физики и робототехники

*Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко
(Россия, Глазов)*

doi: 10.18411/lj-09-2018-73

idsp: 000001:lj-09-2018-73

Аннотация

В работе рассматривается возможность построения инженерно-физического практикума на основе робототехнических наборов. Приведено описание установки для проведения опытов на наклонной плоскости. Изложены физические и конструкторские задания, выполняемые на установке.

Ключевые слова: творческие способности, физика, робототехника, инженерно-физический практикум.

Abstract

The paper considers the possibility of constructing an engineering-physical workshop based on robotic sets. The description of the installation for conducting experiments on an inclined plane is given. The physical and design tasks performed on the installation are described.

Keywords: physics, robotics, engineering and physical workshop.

Современные наборы по образовательной робототехнике, такие, как например, Lego Mindstorms, или наборы на основе микроконтроллера Arduino, по своим характеристикам вплотную приблизились к точным научным приборам. Эти наборы обеспечивают возможность создавать широкий спектр технических устройств и проводить эксперименты на основе измерительных и программных средств. Датчики, входящие в комплекты, либо совместимые с ними, наряду с программным и процессорным комплексами позволяют обеспечивать высокую точность проведения физических измерений. Так, в частности, ультразвуковой датчик позволяет измерять расстояния с точностью до миллиметра, таймер позволяет измерять время с точностью до 1 мс, что вполне закрывает потребности в большинстве экспериментов по механике.

Используемые в робототехнических наборах измерительные инструменты и средства, позволяют эффективно сопрягать их с традиционным физическим оборудованием, имеющимся на базе школ или вузов, существенно увеличивая возможности физического эксперимента. На основе этой идеи нами построена мобильная лаборатория физики и робототехники, представляющая собой аппаратно-методический комплекс, обладающий способностью к быстрой содержательно-функциональной трансформации и высокой мобильностью, предназначенный для развития экспериментальных и творческих способностей учащихся. Проведенные исследования дидактического и конструкторского потенциала такой лаборатории показал принципиальную возможность создания инженерно-физического практикума, охватывающего практически все основные разделы курса физики. Такой практикум может быть реализован как при изучении традиционных курсов физики в школе или вузе, так и в системе дополнительного образования в рамках реализации программ технического творчества. Продемонстрируем возможности робототехнических наборов

на примере установки для проведения физических экспериментов на наклонной плоскости.

Рис.1. Внешний вид установки

Установка создана на основе конструктора LEGO Mindstorms education EV3. В конструкции использованы LEGO-детали из этого набора. Внешний вид установки представлен на рис.1: 1 – средний мотор для управления затвором, 2 – наклонная плоскость, 3 – датчик цвета, 4 – процессорный блок EV3. Для придания конструкции устойчивости в нижней части рамы, на которой крепится затворный узел, располагаются утяжелители, в качестве которых можно использовать, например, большие моторы из набора LEGO. Подробную инструкцию по сборке установки можно найти на авторском информационном ресурсе [1] в разделе «Лабораторные работы с LEGO».

Рис.2. Блок-схема

Перед началом эксперимента необходимо настроить высоту датчика цвета 3 и среднего мотора 1. Датчик цвета должны быть на такой высоте, чтобы расстояние между датчиком и проходящим под ним объектом было 5 мм. Затвор среднего мотора не должен касаться поверхности, по которой будет происходить движение. Настройка высоты среднего мотора происходит за счёт его передвижения по двум направляющим осям. Изменять положение датчика цвета можно с помощью установки балок различной длины.

Описание алгоритма работы программы представлено на блок-схеме (рис.2), реализация тела цикла на языке программирования «EV3-G» представлено на рис.3.

Установка работает следующим образом. После подачи сигнала на открытие затвора средний мотор поднимает затвор, после чего тело, располагавшееся перед затвором, начинает соскальзывать, при этом таймер начинает отсчет времени. При пересечении телом датчика света таймер отключается, значение времени движения передается на экран, и, спустя секунду после этого, программа с помощью мотора 1 закрывает затвор для нового запуска.

Приведенная выше экспериментальная установка позволяет решать многие экспериментальные физические задачи. Приведем формулировки некоторых из них.

Рис.3. Тело цикла программы управления установкой

1. Исследуйте зависимость времени соскальзывания тела с наклонной плоскости от угла наклона плоскости. Постройте график зависимости времени движения от угла наклона. Сравните полученный экспериментальный график с теоретическим. Объясните причины расхождения. Из полученных в эксперименте данных вычислите коэффициент трения материала, из которого изготовлено тело о материал наклонной плоскости.

2. Проведите замеры времени соскальзывания тела по наклонной плоскости при постоянных угле наклона и расстоянии от затвора до датчика не менее чем в 30 опытах. Выясните и объясните причины уменьшения времени соскальзывания. Исследуйте возможность стабилизации времени соскальзывания на некотором постоянном значении.

Следует отметить, что описанная установка позволяет решать и более сложные задачи, в частности, для проведения научного физического эксперимента [2].

Помимо физических задач установка позволяет решать инженерные задачи совершенствования конструкции за счет автоматизации и оптимизации эксперимента. Для этого учащимся можно предложить выполнить следующие задания.

1. Модернизируйте программу управления таким образом, чтобы при проведении нового эксперимента старое значение времени движения на экране не стиралось, а новое значение появлялось ниже предыдущего. Выясните сколько экспериментальных данных можно вывести на экран в зависимости от размера используемого шрифта?

2. Автоматизируйте процесс проведения эксперимента, сбора и обработки данных. При этом необходимо выполнение следующих условий. Измерения времени движения соскальзывающего тела должны проходить десять раз, при этом затвор должен будет открываться автоматически через каждые 10 секунд. Получаемые значения времени движения должны выводиться на экран, а после 10 итераций необходимо вывести среднее значение и погрешность измерений. Все измеренные и вычисленные значения должны быть записаны в файл.

3. Вместо датчика цвета установите ультразвуковой датчик или датчик касания. Настройте их для правильной работы. Выясните, какой датчик дает более точные результаты. Для каких экспериментов могут быть использованы разные датчики?

4. Выясните, какой максимальной длины может быть наклонная поверхность в установке для проведения достоверного эксперимента. Какой максимальный угол наклонной поверхности можно установить для проведения достоверного эксперимента?

Разработайте установку и программу для измерения ускорения движения тела, соскальзывающего по наклонной плоскости.

Показанный пример позволяет в достаточной мере оценить дидактический и конструкторский потенциал лаборатории физики и робототехники для создания инженерно-физического практикума.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Удмуртской Республики в рамках научного проекта № 17-16-18017-ОГН.

1. Виртуальная лаборатория физики и робототехники / Режим доступа: <https://sites.google.com/view/fizrob>.
2. Саранин В.А., Кельдышев Д.А., Иванов Ю.В. Применение робототехнических наборов в физических экспериментах // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 9. – С.90-96.