

УДК 37.026.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА АТМЕГА32 НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Минкин А.В., Дерягин А.В., Ибатуллин Р.Р.

Елабужский Институт Казанского Федерального Университета. 423604, Татарстан, г. Елабуга, ул. Казанская 89, e-mail: avminkin@yandex.ru

В данной работе продемонстрировано возможное использование микроконтроллерной техники на уроках физики. На примере одной из задач классической механики, связанной с определением ускорения свободного падения на машине Атвуда, показано использование микроконтроллера AVRAtmega32. Создание таких приборов молодыми исследователями улучшает понимание физических задач, поэтому результаты работы могут быть использованы для организации исследовательской деятельности учащихся, проведения лабораторной работы по физике в школе, а также служить демонстрационным прибором. Достоинством конструкции является ее простота и доступность компонентов. Для проведения экспериментального исследования была написана программа на языке Processing 2.0 под управлением операционной системы Windows и использован модифицированный код программы на языке Wiring для платформы Arduino.

Ключевые слова: школьный физический эксперимент, микроконтроллер, машина Атвуда, измерение ускорения свободного падения.

USE ATMEGA32 MICROCONTROLLER ON THE LESSONS OF PHYSICS

Minkin A.V., Deryagin A.V., Ibatullin R.R.

Elabuga Institute of the Kazan Federal University. 423604, Tatarstan, s. Elabuga, str. Kazan 89, e-mail: avminkin@yandex.ru

In this work demonstrated the possible use of microcontroller technology in lessons on physics. For example, one of the tasks of classical mechanics related to the definition of the acceleration of gravity on the machine Atwood, shows how to use the AVR microcontroller Atmega32. The creation of such devices, young researchers will improve the understanding of physical problems, so the results can be used for the organization of research activity of students, carrying out of laboratory works on physics in the school, and can also serve as a demonstration unit. The advantage of the design is its simplicity and availability of components. For experimental research program was written in the language Processing 2.0 under control of operational system Windows and used the modified code of a program in the language of the Wiring for the Arduino platform.

Keywords: School physical experiment, microcontroller, the Atwood Machine, the measurement of acceleration of free fall.

Введение

В настоящее время основные направления научно-технического прогресса тесно связаны с развитием вычислительной техники, информатики и их применением в промышленности, научных исследованиях и, в частности, в образовании. Научно-технический прогресс стремительно меняет нашу цивилизацию, и это неизбежно приводит к изменению образовательного процесса. Уже давно в школьном кабинете физики, и не только, можно встретить атрибуты современной цивилизации: компьютер, проектор, интерактивная доска, набор мультимедиа приложений на различных носителях и т.д. [1, 3]. Учителя все в большей степени используют на уроках физики и современные цифровые лаборатории [4], такие как комплект демонстрационного оборудования L-micro, цифровая лаборатория «Архимед», цифровые лаборатории Prolog, программно-аппаратный комплекс AllForSchool и др. Такое интенсивное внедрение цифровых технологий в учебный процесс

требует от учителя не только знаний и умений демонстрировать физические явления, проводить физические эксперименты и опыты, но и знания об устройстве и принципах работы цифровых приборов. Эти знания могут способствовать по-новому организовать образовательный процесс. Поскольку для управления электронными устройствами широко применяются различные микроконтроллеры, то рассмотрим использование микроконтроллера Atmega32 для решения одной физической задачи, например, измерение ускорения свободного падения на машине Атвуда.

Используя микроконтроллер Atmega32, опишем лабораторную работу по измерению ускорения свободного падения на машине Атвуда. Машина Атвуда изображена на рис. 1 и представляет собой опору (1) с жестко закрепленной на ней вертикальной штангой (2), на верхнем конце которой укреплен блок (3), вращающийся с незначительным трением (трением можно пренебречь) вокруг горизонтальной оси. Через блок перекинута нить с грузами одинаковой массы (возьмем $m_1 = m_2 = 0,158$ кг). Когда массы тел на концах нити равны, система находится в состоянии безразличного равновесия вне зависимости от положения грузов. Если $m_1 \neq m_2$, тогда вся система тел приходит в поступательное движение. В этом случае груз m_1 ($m_1 < m_2$) будем удерживать электромагнитом (4). Разместим на опоре точно под грузом m_2 кнопку (5). Таким образом, при выключении электромагнита система грузов приводится в движение и одновременно включается секундомер, который в нашем случае реализован программно с использованием методов измерения времени на языке Processing 2.0, когда груз m_2 касается кнопки, то кнопка выключает секундомер. Время движения грузов измеряется на компьютере, к которому через последовательный интерфейс (COM-порт) подключен микроконтроллер. С компьютера же отправляется команда на выключение и включение электромагнита. Схема подключения электромагнита и кнопки к микроконтроллеру Atmega32 на плате Arduino показана на рис. 2.

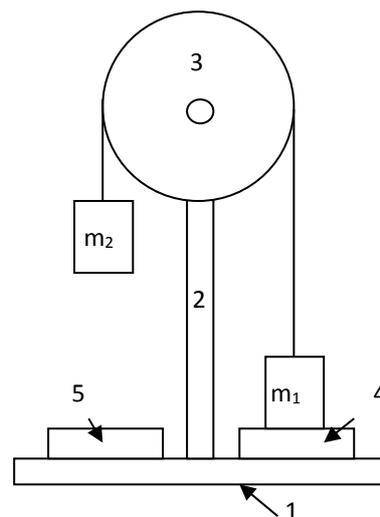


Рис. 1. Схематическое изображение машины Атвуда

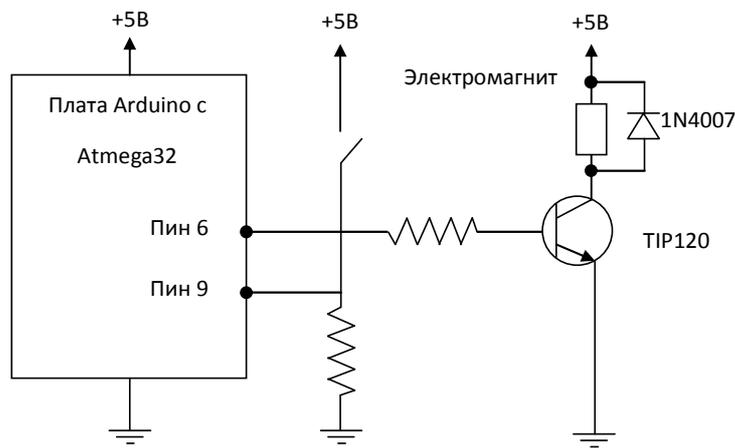


Рис. 2. Схема подключения электромагнита и кнопки к микроконтроллеру Atmega32

Рассматривая машину Атвуда как идеальную машину и используя второй закон Ньютона, можно получить формулу для нахождения ускорения свободного падения:

$$g = a \frac{m_1 + m_2}{m_2 - m_1} \quad (1)$$

а т.к. a – ускорение системы тел равно:

$$a = 2l/t^2, \quad (2)$$

где l – расстояние от начального положения нижней части левого груза до основания установки (в нашем случае $l = 60$ см), то нам необходимо измерить время прохождения грузами определённого расстояния и вычислить их ускорение, а вместе с этим и ускорение свободного падения.

Приведем модифицированный код программы [5] для прошивки микроконтроллера Atmega32, написанного на ArduinoIDEv. 1.0.1.

```

const int buttonPin = 9;
const int MagnitPin = 6;
int buttonState = 0;
int incomingByte;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(MagnitPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

```

```

void loop(){
incomingByte = Serial.read();
  if (incomingByte == 'O') {
digitalWrite(MagnitPin, HIGH);
  }
  if (incomingByte == 'F') {
digitalWrite(MagnitPin, LOW);
  }
buttonState = digitalRead(buttonPin);
  if (buttonState == HIGH) {
Serial.print(1,DEC);
  delay(3000);
  }
}

```

Для проведения экспериментов с использованием описанного оборудования, как мы уже упоминали, была разработана специальная компьютерная программа на языке Processing 2.0, работающая в операционной системе Windows. Программа позволяет проводить пробный пуск системы для настройки установки, как в самом начале эксперимента, так и при каждом изменении массы перегрузка $m_i (i = 1..5)$, осуществлять демонстрационный эксперимент, обрабатывать результаты. При отображении результатов всех экспериментов указывается погрешность измерения времени. Приведем результаты эксперимента на рис. 3.

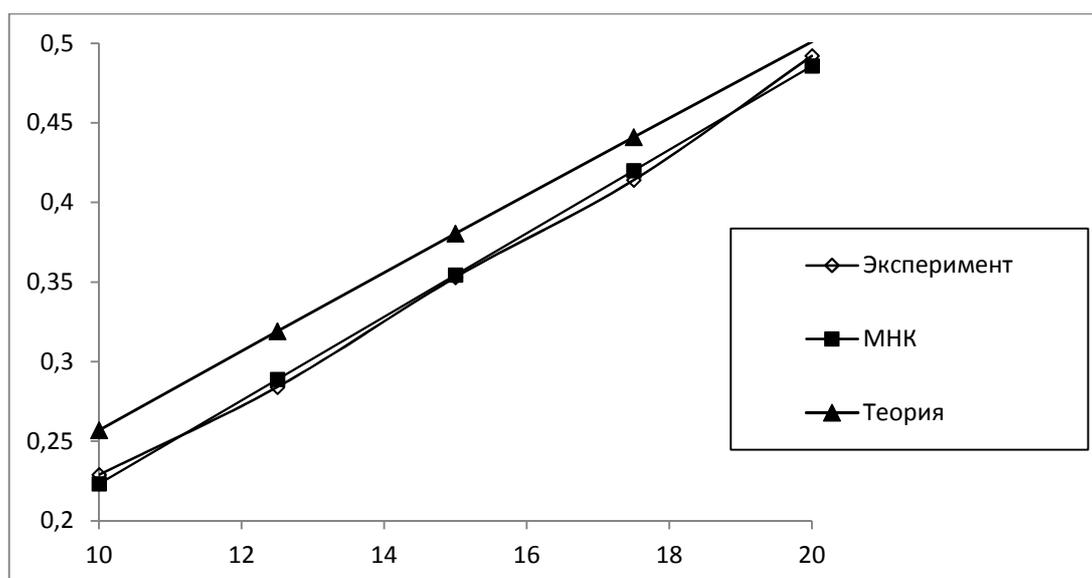


Рис. 3. По оси абсцисс отложены значения массы перегрузков (в граммах), по оси ординат значения ускорения системы (м/с^2). Сплошная линия с символом \diamond соответствует экспериментальным данным; сплошная линия с символом \blacksquare соответствует данным, обработанным по методу наименьших квадратов; сплошная линия с символом \blacktriangle соответствует теоретическим расчетам.

Массы перегрузков (m_i) выбирались в пределах от 10 до 20 г и были определены с точностью до 10 мг. После серии таких измерений мы имеем набор точек, пригодный для дальнейшей обработки по методу наименьших квадратов (МНК). В результате обработки данных строим график зависимости $a(m)$ (рис. 3). При этом значение коэффициента корреляции $r = 0,998428$, близко к единице, что свидетельствует о том, что $a \sim m$. Для наглядности представлены на рис. 3. и теоретические значения ускорения системы при заданных массах перегрузков. В результате имеем, $g = 9,754 \pm 0,001 \text{ м/с}^2$. Получаемое значение ускорения свободного падения находится в достаточно хорошем согласии со значением $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$, а относительная погрешность в определении g составляет 0,6 %.

Заключение

В данной работе решена одна из задач механики, связанная с определением ускорения свободного падения на машине Атвуда с использованием микроконтроллера Atmega32. Результаты работы могут быть использованы для проведения лабораторной работы по физике в школе, а также он может служить демонстрационным прибором или прибором для организации автоматизированной лабораторной установки с удаленным доступом (после соответствующей модификации) [6]. Простота конструкции и доступность компонентов делают возможность его использования на уроке – реальной. Однако расхождение результатов работы при расчете g с его теоретическим значением хоть и не является столь значительным, но все же может привести в некоторое замешательство при эксплуатации. Следует пояснить, что программа была написана для операционной системы Windows, что само по себе означает замедление ее работы, это было сделано с целью удобной ее эксплуатации конечным пользователем, но привело к задержкам по времени измерения. И еще одним фактором является остаточная намагниченность электромагнита, удерживающего правый груз, что также влияет на время движения системы. Несмотря на существующие «недостатки», в работе показано использование микроконтроллера Atmega32, с помощью которого можно пробудить интерес у юных исследователей к измерению «старых» величин новыми методами. Опыт показывает, что разработка таких приборов молодыми исследователями улучшает понимание физических задач [2].

Список литературы

1. Корнилова Е.А. Уроки физики с использованием интерактивной доски / Е.А. Корнилова // Физика в школе. – 2013. – № 2. – С. 43-51.
2. Лебедев В.В. Самодельные установки в школьном курсе физики // Всероссийский Съезд учителей физики в МГУ: сборник трудов (Москва, 28-30 июня 2011 г.). – М., 2011. – С. 64-66.
3. Петрова Е.Б. Новые информационные технологии / Е.Б. Петрова // Физика в школе. – 2013. – № 1. С. 57-64.
4. Современный физический практикум. Сб. трудов XII Международной учебно-методической конференции / под ред. Н.В. Калачева и М.Б. Шапочкина. – М.: Издательский дом Московского физического общества, 2012.
5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.
6. Стригин Е.Ю. Дидактический потенциал учебного лабораторного эксперимента на основе автоматизированного лабораторного практикума удаленного доступа [Электронный ресурс] / Е.Ю. Стригин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2; URL: www.science-education.ru/102-5676 (дата обращения: 15.04.2014).

Рецензенты:

Ахметов Л.Г., д.п.н., профессор, профессор кафедры теории и методики профессионального образования, ЕИ К(П)ФУ, г. Елабуга.

Мухаметшин А.Г., д.п.н., профессор, декан факультета педагогики и психологии, НИСПТР, г. Набережные Челны.