

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Экспериментальная установка на базе микроконтроллера

Экспериментальная установка была построена на базе разработанного автором этого проекта и представленного на международной выставке Digital Expo 25 прототипа программно-аппаратного микроконтроллерного комплекса [2] (рис. 1). Этот комплекс дополняет факультативы по информатике и «В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию» практическим изучением программирования микроконтроллеров, собирающих информацию и взаимодействующих с реальным миром.



Рисунок 1. Прототип программно-аппаратного комплекса, использовавшегося для автоматизации эксперимента

Основой стенда является печатная плата, на которой размещен микроконтроллер, множество датчиков, собирающих информацию о температуре, атмосферном давлении, влажности, освещенности, движении людей, разъемы для подключения внешних устройств. Открытые интерфейсы позволяют изменять конфигурацию и расширять возможности стендса,

На основе этого прототипа в Белорусском государственном университете разработаны промышленные образцы этого комплекса. Комплекс был удостоен диплома международной выставке Digital Expo 25.

Для проведения эксперимента была построена специальная установка (рис. 2), которая позволяла измерять время, когда конец цепочки проходит определенные расстояния в процессе его падения. Для этого в начальный момент времени цепочка фиксировалась электромагнитом. Пару светодиод-фототранзистор можно было перемещать по вертикальным рейкам, вставляя их в заранее проделанные отверстия и изменяя расстояние, на котором

фиксируировалось время пересечения светового луча концом цепочки. К свисающему концу цепочки был приклейен маленький кусочек фольги, который пересекал инфракрасный луч от светодиода к фототранзистору, который работал в ключевом режиме. Когда световой луч падал на транзистор, он был открыт, и цифровой pin микроконтроллера замыкался через него на землю. В момент пересечения луча концом цепочки транзистор закрывался и на pin поступало напряжение 5 В. Время с момента отпускания цепочки до срабатывания фототранзистора фиксировалось микроконтроллером и выводилось на экран.

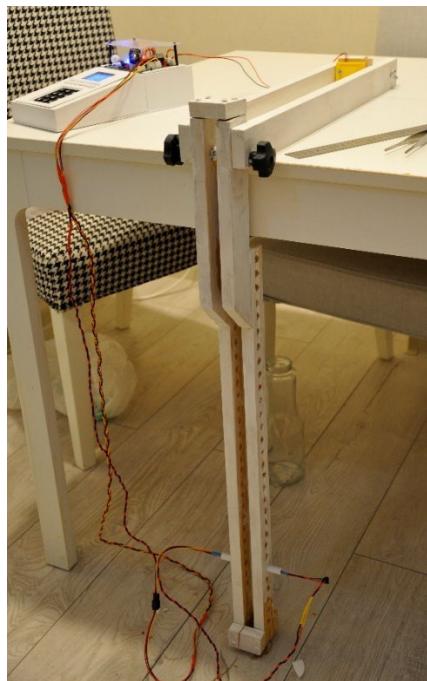


Рисунок 2. Общий вид экспериментальной установки

На рис. 3 показана часть электрической схемы стенда, которая использовалась для автоматизации эксперимента. К силовому выходу стенда, который управляет Mosfet транзистором, подключается электромагнит. К цифровым pinам 5 и 7 подключаются светодиод и фототранзистор. При нажатии кнопки на электромагнит подается напряжение, и он отпускает цепочку. Начинается измерение времени, которое останавливается, когда свисающий конец цепочки пересекает луч инфракрасного светодиода.

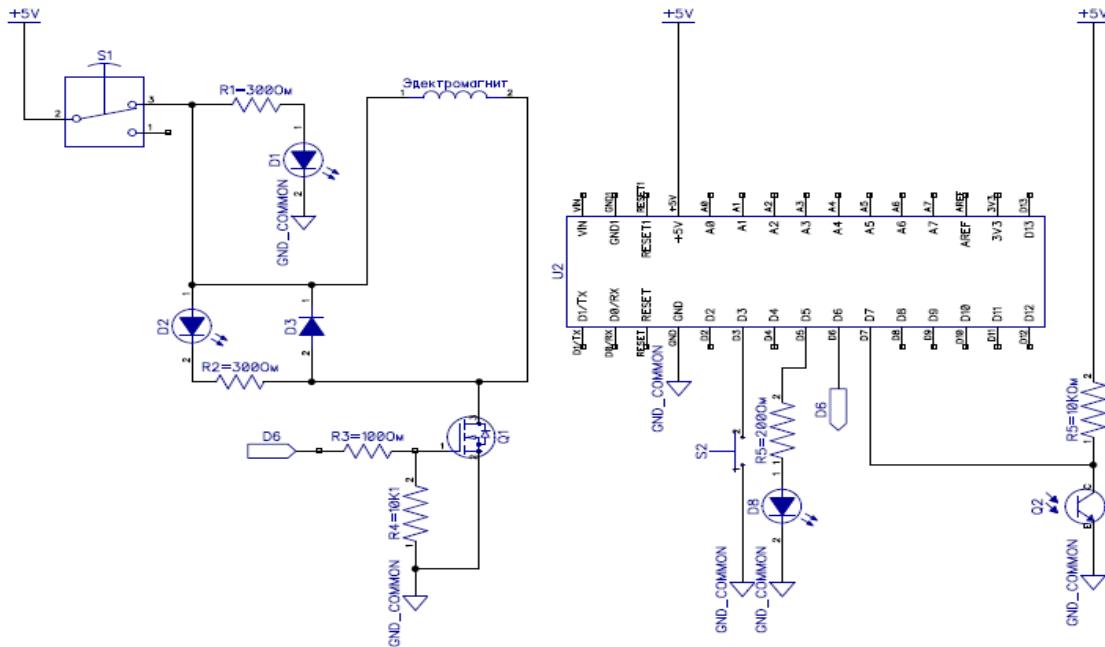


Рисунок 3. Электрическая схема используемой части устройства

Установка управляется программой, алгоритм которой показан на рис. 4. Текст программы приведен в Приложении 2.

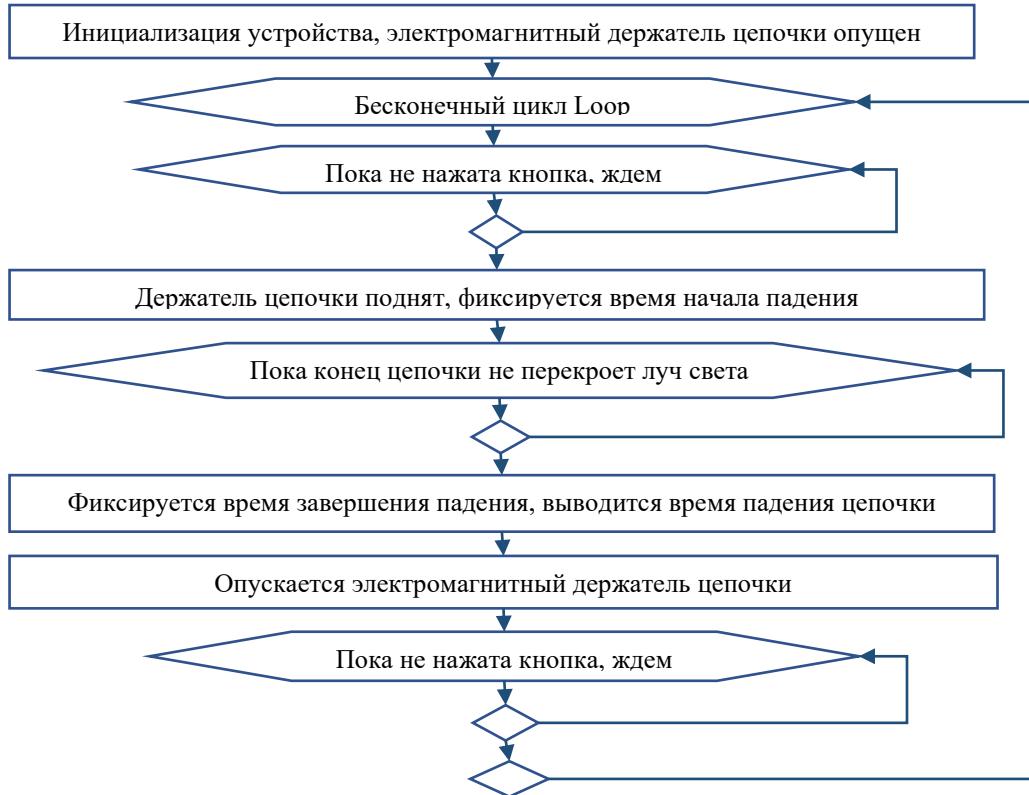


Рисунок 4. Блок-схема алгоритма программы измерений

1.2.Результаты эксперимента и сравнение с расчетами

Эксперимент проводился для тех же начальных параметров, которые использовались для расчетов (см. раздел 3.1). Усреднялись результаты пяти измерений для каждого выбранного расстояния от уровня стола. Расстояние выбиралось местом установки пары светодиод-фототранзистор в отверстиях стенда, расстояние между которыми составляло 2 сантиметра.

В результате эксперимента были получены следующие значения, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Длина свешивающейся части x , м	Измеренное время t , с.	Расчетное время t , с.	Абсолютное отклонение t , с.	Относительное отклонение, %
0,32	0	0	0	0
0,345	0,141	0,134	0,007	5,2
0,365	0,180	0,178	0,002	1,1
0,425	0,262	0,264	-0,002	-1,1
0,465	0,329	0,305	0,024	7,8
0,545	0,388	0,369	0,019	5,1
0,605	0,439	0,407	0,032	7,9
0,685	0,476	0,449	0,027	6,0

Имея таблицу с экспериментальными результатами, можем наглядно сравнить их с расчетом, нанеся их на график рис. 5.

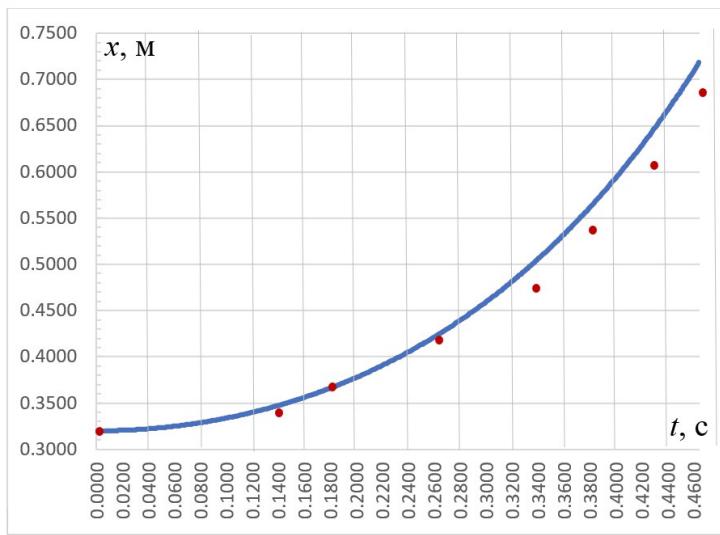


Рис. 5. Сравнение расчетов и эксперимента

Из таблицы и рисунка видно, что результаты расчетов подтверждаются экспериментально. Максимальная относительная погрешность измерения времени относительно расчетного значения составила менее 8%. Некоторый

разброс значений можно объяснить тем, что на больших расстояниях листочек фольги, прикрепленный к концу цепочки иногда касался боковых направляющих и тормозился о них. В целом, эксперимент подтверждает возможность применения разработанного аппаратно-программного комплекса для измерения малых интервалов времени с использованием датчика на основе фототранзистора.

Оценка скорости цепочки на последних сантиметрах сваливания была получена как изменение координаты цепочки 0,08 м, которое разделили на интервал времени 0,041 с. Таким образом, экспериментальная оценка скорости сваливания дает результат 1,95 м/с, что неплохо согласуется с расчетной скоростью 2,23 м/с. Оценка скорости получена с ошибкой 12,6%, что для данного способа оценки можно считать удовлетворительным.