

УДК 534.08

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

Чубса А.А., Ковшер А.О., Усович И.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Кисель В.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры
физики*

Пышинский Ч.И. – вед. инж. кафедры физики

Аннотация. Создана установка, позволяющая измерять время требуемого количества полных колебаний баллистического маятника, обеспечивающая высокую точность результатов измерений, их стабильность и простоту эксплуатации.

Ключевые слова: колебания, баллистический маятник

Введение. Точность результатов измерений, получаемых в ходе выполнения лабораторной работы «Измерение скорости пули с помощью баллистического маятника», как правило, низкая, что вызвано сложностью измерений и пр.

В статье предлагается способ снятия показаний, который позволяет получать значительно более точный результат с относительно малыми затратами по времени. Это, в свою очередь, позволяет повысить уровень учебного процесса и упростить задачу студентам.

Основным преимуществом установки является простая возможность выбора требуемого количества измеряемых полных колебаний маятника. Для этого, лицу, выполняющему лабораторную работу, необходимо нажать кнопку СТОП, когда индикатор установки показывает число полных колебаний на единицу меньше требуемого. Отсчет времени на установке прекращается в момент завершения установленного ранее количества полных колебаний и фиксируется как их окончательная продолжительность, так и общее число полных колебаний.

Основная часть. Измеритель FPM -14 предназначен для определения количества полных колебаний баллистического маятника (Лабораторная работа «Измерение скорости пули с помощью баллистического маятника»), и времени, которое они занимают.

При создании автоматизированной системы измерения гармонических колебаний баллистического маятника учтены следующие требования, как:

- Надёжность и безопасность;
- Стабильность результатов;
- Точность и простота измерений.

Для реализации автоматического фиксирования колебаний баллистического маятника выбран вариант с использованием оптопары. Это оказалось выгодным решением. Оптический метод прост в понимании и основан на прерывании оптического луча стержнем баллистического маятника.

Работает он следующим образом:

Световой поток с лампочки попадает на фототранзистор. Во время колебаний баллистического маятника, стержень маятника прерывает световой поток, в результате чего в схеме транзистора Т1 генерируются электрические импульсы, которые после усиления в схеме транзистора Т2 подводятся к входу миллисекундомера. Когда световой поток падает на фототранзистор Т1, транзистор Т2, в свою очередь, электрические импульсы не проводит.

Когда стержень перекрывает оптический луч, автоматически начинается отсчёт, и после каждого полного периода колебаний показание счётчика периодов увеличивается на единицу. Что позволяет отслеживать сколько полных периодов колебаний совершил маятник.

На рисунке.1 представлена блок-схема автоматизированной системы измерения гармонических колебаний баллистического маятника:

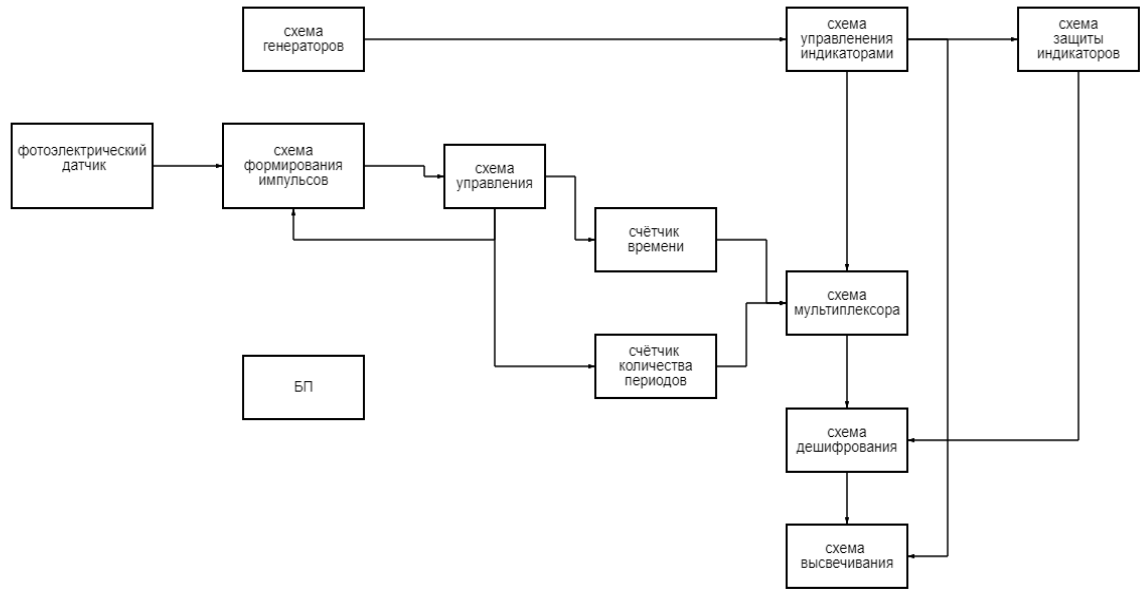
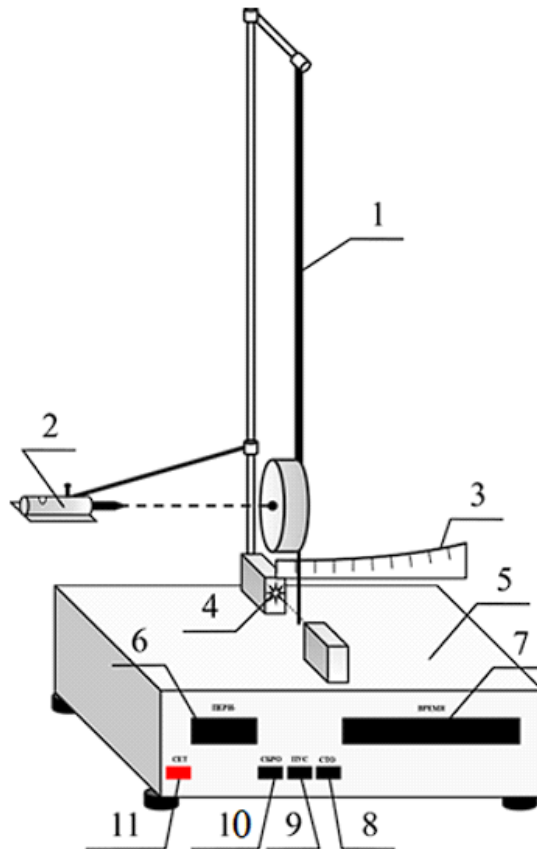


Рис. 1—блок-схема работы установки

Схема установки.



- Баллистический маятник.
- Пружинный пистолет с пулей.
- Линейка.
- Фотоприёмник.

- Электронный таймер.
- Индикатор ПЕРИОД.
- Индикатор ВРЕМЯ.
- Кнопка СТОП.
- Кнопка ПУСК.
- Кнопка СБРОС.
- Кнопка СЕТЬ.

Принцип работы.

После включения измерителя FPM -14 в сеть и нажатия кнопки СЕТЬ, схема сброса, построенная из резисторов R25 , R26 , диодов D9 , 010, конденсатора С9 и вентиля М6, устанавливает миллисекундомер в начальное состояние, обнуляя декады и сбрасывая триггеры. Схема формирования импульсов продолжает быть заблокированной (низкий уровень на входе 10 вентиля). Такое состояние сохраняется до момента нажатия переключателя W2 СБРОС. В этот момент наступает деблокирование схемы формирования импульса (высокий уровень на входе 10 вентиля М1), а первый нарастающий фронт сигнала, приходящего с фотоэлектрического датчика, открывает клапан, блокирующий импульсы со схемы генератора (высокий уровень на входе 4 вентиля М4)/. Очередные нарастания фронтов импульсов с фотоэлектрического датчика в схеме триггера заменяются на сигналы, являющиеся отражением количества полных колебаний маятника. Итак, второй входной импульс устанавливает на выходе 9 триггера М2 высокий уровень, который не изменится уже до конца измерений или нажатия кнопки СБРОС. С этого момента, после снижения первого входного импульса, клапан 5 (высокий уровень на входе 12) готов пропускать каждый второй сигнал. Деление на два реализовано на триггере М3, выход 12.

Процесс подсчёта продолжается до момента нажатия кнопки СТОП.

Импульс СТОП, после формирования в триггере R5(реализованном на вентилях М6), деблокирует клапан М5(высокий уровень на входе 1). Первый импульс, после нажатия переключателя СТОП останавливает генератор и блокирует схему формирования входных импульсов. Когда клавиша ПУСК находится в рабочем положении, на контакты 6, 7 разъёма ZL1 передаётся напряжение 14В. Нажатие переключателя СТОП вызывает отключение питающего напряжения, К зажимам 6, 7 разъёма ZL1 подключается в этом положении только диод D15, предназначенный для подавления перенапряжений на установке.

Заключение. Разработанное устройство фиксирует период колебаний с точностью вплоть до миллисекунды. Эксплуатация устройства проста и надёжна. Техническое решение эргономично. При использовании модернизированной установки достигается высокая пропускная способность учебных бригад. Подобные системы автоматизированной фиксации можно размножить и популяризировать их использование в учебных целях.

По результатам наблюдений за работой экспериментальной группы студентов, которая использовала автоматизированную систему при выполнении лабораторного опыта, установлено, что подобная разработка эффективно сказывается на динамике проведения опытов, техническое решение экономит значительное количество учебного времени, а также положительно сказывается на итоговой точности измерений и результативно повышает качество учебного процесса.

Указанное обстоятельство однозначно свидетельствует о целесообразности внедрения разработанной автоматизированной установки в ход выполнения лабораторных работ по разделу “Механика” курса физики.

Список использованных источников:

- Савельев, И. В. Курс общей физики : в 5-ти кн. : кн. 1 : механика : учеб. пособие для втузов / И. В. Савельев. - М. : АСТ: Астрель, 2006. - 336 с. : ил.
- Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. –М.: Высш.шк., 2005.
- Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. –М. : Радио и связь, 1985.
- Валенко В.С., Хандогин М.С. Электроника и микросхемотехника: Учебное пособие.–Мн.: Бестпринт, 2003.
- Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства/В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков, А.А. Зори, В.М. Спивак. –СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

UDC 534.08

AUTOMATED SYSTEM FOR MEASURING OSCILLATIONS OF A BALLISTIC PENDULUM

Chubsa A.A., Kovsher A.O., Usovich I.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

V.V. Kisel – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics

Pyshinsky Ch.I. – Leading Engineer of the Department of Physics

Annotation. was created a setup that makes possible to measure the time of several oscillations of a ballistic pendulum, providing a low measurement error, their stability and ease of operation.

Keywords. oscillations, ballistic pendulum