

І.О. Бардус, Г.О. Шишкін

Бердянський державний педагогічний університет

САМОРОБНИЙ КОМПЛЕКТ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МЕХАНІКИ ТА ТЕРМОДИНАМІКИ

У статті подається опис розробленого авторами комплексу електронних приладів з сенсорами руху та температури. Розглядається застосування комплексу приладів для вивчення механіки та термодинаміки.

Ключові слова: сенсор, датчик, фізичний експеримент, експериментальні дослідження, комплект приладів, механіка, термодинаміка.

Підвищення якості навчання фізики неможливе без вдосконалення методики проведення фізичного експерименту. Вдале співвідношення між теоретичною та експериментальною частинами навчального процесу, як показує практика, дає найбільший педагогічний результат. Фізичний експеримент в навчальному процесі слід розглядати як перший етап у пізнанні фізичного явища, що вивчається. Крім того, він є узагальненням теоретичних знань, підтвердженням певних теорій, перевіркою гіпотез. Фізичний експеримент, як засіб наочності, активізує пізнавальну діяльність учнів та студентів, викликає інтерес до вивчення фізичних явищ, сприяє більш глибокому усвідомленню фізичних законів. Таким чином, фізичний експеримент виступає найважливішим елементом навчання фізики як у загальноосвітній, так і вищій школі.

Без опори на експеримент не може бути успішного викладання фізики. Наявність пізнавальних інтересів в учнів сприяє росту їх активності на уроках, якості знань, формуванню позитивних мотивів навчання. З погляду сучасних вимог до організації навчального процесу, фізичний експеримент, як ефективний засіб навчання, повинен використовуватися цілеспрямовано і педагогічно обгрунтовано з застосуванням сучасного обладнання. Але на даний момент не кожний загальноосвітній заклад має повний комплект обладнання, необхідний для проведення навчального фізичного експерименту.

Останнім часом в організації навчального процесу все більше уваги приділяється самостійній роботі студентів. Оскільки фізичний експеримент посідає особливе місце в навчанні фізики, організація та методика проведення самостійної експериментальної роботи учнів та студентів потребує постійної уваги з боку викладачів.

Застосування фізичного експерименту в навчальному процесі, особливо в самостійній експериментальній роботі, вимагає відповідного матеріального устаткування кабінетів фізики. Дослідження в галузі методики навчання фізики, зокрема фізичного експерименту, призвело до необхідності розробки комплектів приладів та обладнання для індивідуалізації експериментальної роботи.

З метою вдосконалення процесу проведення фізичного експерименту під час навчання фізики, а також організації самостійної експериментальної роботи студентів нами було розроблено комплект електронних приладів з сенсорами швидкості та температури. Даний комплект може бути використаний в демонстраційному та лабораторному експериментах при вивченні кінематики та термодинаміки як у вищій школі, так і загальноосвітніх навчальних закладах.

Прилад для вивчення механічного руху включає електронний блок (рис. 1) і сенсор швидкості (рис. 2). Він дає змогу вимірювати швидкості механічного руху тіл в діапазоні від 0,001 до 1000 м/с. Від відомих конструкцій його відрізняє широкий діапазон вимірювання швидкостей, простота конструкції та застосування. Недоліком є необхідність установки датчика поблизу траєкторії руху тіла. Датчик швидкості дозволяє достатньо точно вимірювати швидкість рівномірного та прискореного руху тіла з плоскою поверхнею.

Прилад також може бути використаний як лічильник імпульсів при виконанні робіт фізичного практикуму, на спецкурсах, факультативах, заняттях фізико-технічних гуртків, у роботах дослідницького характеру, у тому числі і МАН, для самостійної роботи учнів та студентів.



Рис. 1. Прилад для вимірювання швидкості: 1. Індикатор. 2. Перемикач частоти слідування імпульсів. 3. Перемикач режиму слідування імпульсів. 4. Кнопка установки лічильника в "0". 5. Кнопка рахунку в ручному режимі. 6. Гніздо для підключення

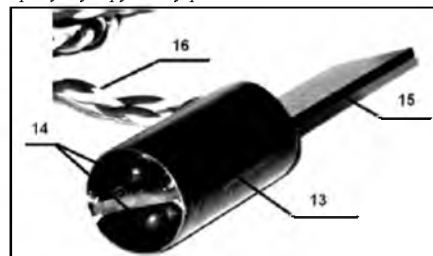


Рис. 2. Датчик приладу: 13. Захисний корпус датчика. 14. Інфрачервоні діоди. 15. Планка для кріплення датчика. 16. Сигнальний кабель.

Призначення органів управління приладом для вимірювання швидкості

1. **Індикатор** – фіксує кількість відбитих інфрачервоних імпульсів.

2. **Перемикач частоти слідування імпульсів.** В залежності від положення перемикача на передавальний інфрачервоний (ІЧ) діод датчика подаються імпульси з частотою 1 Гц, 10 Гц, 100 Гц, 1000 Гц. В положенні перемикача "НЕІР" на передавальний інфрачервоний діод подається постійна напруга.

3. **Перемикач режиму.** В положенні "АВТОМ" на передавальний ІЧ діод датчика подається постійна напруга або імпульси від генератора, в залежності від положення перемикача частоти імпульсів (2). В положенні перемикача "РУЧН" напруга чи імпульси на передавальний ІЧ діод не подаються. Подача постійної напруги чи імпульсів на передавальний ІЧ діод в такому режимі здійснюється тільки на час натискання і утримання кнопки 5 "РУЧН. СЧЕТ".

Кнопка "УСТ 0". При натисканні кнопки відбувається обнулення будь-яких показників індикатора.

Кнопка "РУЧН. СЧЕТ". Кнопка використовується тільки в положенні "РУЧН" перемикача режимів слідування імпульсів (3). При натисканні і утриманні кнопки "РУЧН. СЧЕТ" постійна напруга чи імпульси подаються на передавальний інфрачервоний діод датчика.

Гніздо для підключення датчика. Використовується для підключення датчика з інфрачервоними діодами до приладу.

Електронний прилад для вимірювання швидкості

Функціональна схема електронного приладу для вимірювання швидкості показана на *рисунок 3*.

Генератор імпульсів (блок 1) генерує імпульси з частотою слідування від 1 Гц до 1 МГц. Від генератора імпуль-

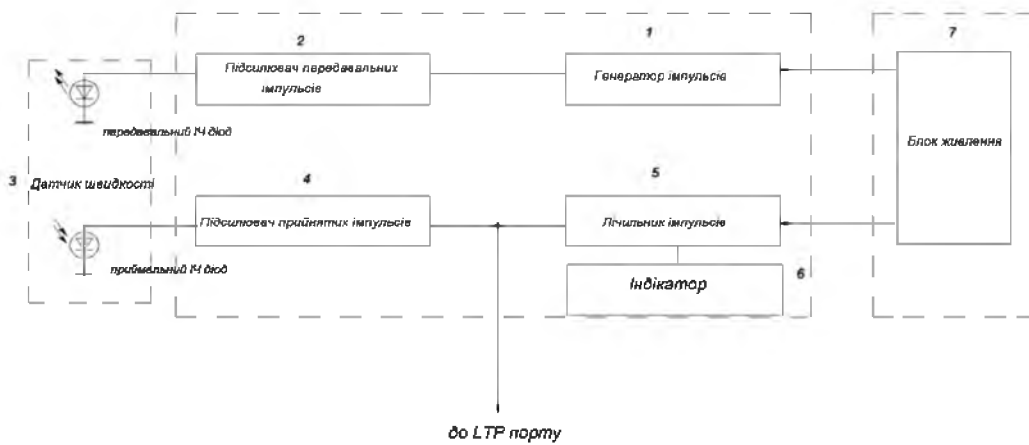


Рис. 3. Функціональна схема вимірювача швидкості: 1. Генератор імпульсів. 2. Підсилювач імпульсів. 3. Датчик швидкості. 4. Підсилювач прийнятих імпульсів. 6. Індикатор. 7. Блок живлення.

си подаються на підсилювач (блок 2), далі посилені імпульси потрапляють на передавальний ІЧ діод (блок 3). Відбиті від тіла, що рухається імпульси потрапляють в приймальний ІЧ діод (блок 4), підсилюються підсилювачем прийнятих імпульсів (блок 4).

Підсилені імпульси потрапляють до лічильника імпульсів (блок 5), та відображаються на індикаторі (блок 6).

При застосуванні приладу сумісно з ПК передбачено вихід підсилених імпульсів до LTP порту комп'ютера.

Для визначення швидкості тіла, що рухається прямолінійно, до тіла треба прикріпити відбиваючу інфрачервоне випромінювання смугу. Датчик встановлюється вздовж траєкторії руху тіла на відстані 10 мм. перпендикулярно відбиваючій поверхні.

Швидкість руху тіла розраховується за відомою формулою: $v = \frac{S}{t}$,

де t – час, за який тіло проходить повз датчик (в секундах) і який відображається на індикаторі приладу, S – довжина відбиваючої смуги.

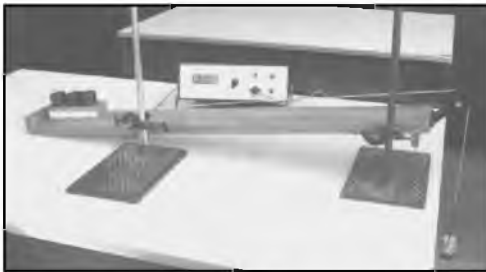


Рис. 4. Приклад установки для дослідження механічного руху



Рис. 5. Приклад установки для дослідження обертального руху

Для визначення швидкості тіл, що рухаються з прискоренням, датчик встановлюють вздовж траєкторії руху тіла в різних місцях послідовно (початок, середина, кінець), а експеримент повторюють декілька разів.

Для визначення швидкості тіл, що обертаються, на тіло наклеюється відбиваюча смуга. Датчик встановлюється на необхідній відстані і у відповідній площині. Вимірювання швидкостей тіл, що повільно обертаються з періодом не більше 1 оберту за секунду, зручно здійснювати в положенні "РУЧН" перемикача режим слідування імпульсів (3). В цьому режимі імпульси випромінюються тільки на час натискання і утримання кнопки "РУЧН" (5), що дозволяє виділити

необхідний оберт із загальної кількості обертів тіла.

При обертанні тіл зі швидкістю більше 1 оберту за секунду використання "РУЧНОГО РЕЖИМУ" стає неможливим. В такому випадку можливі тільки підрахунок кількості обертів тіла. Для цього прилад переводять в режим "АВТОМ", а перемикач "ЧАС-ТОТА ІМПУЛЬСІВ" в положення "НЕПР". В такому

режимі ІЧ діод датчика випромінює постійно. Відбитий сигнал сприймається приймаючим діодом та поступає до лічильника імпульсів, в момент переходу датчика з відбиваючої поверхні на невідбиваючу, показання індикатора збільшуються на 1, тобто на індикаторах буде висвічуватись загальна кількість обертів. Час, необхідний для розрахунку швидкості обертання, визначають в даному випадку за зовнішнім годинником.

Електронний прилад для вимірювання температури

Для проведення навчальних експериментальних досліджень з термодинаміки ми пропонуємо електронний прилад для вимірювання температури (рис. 7).

Електронний цифровий термометр дозволяє вимірювати температури в діапазоні від 0°C до 99,9°C. Точність виміру: у діапазоні від 0°C до 10°C – 0,5°C; у діапазоні від 10°C до 90°C – 0,1°C; у діапазоні від 90°C до 99,9°C – 0,3°C. Час виміру температури – 1 с; час індикації температури – 1 с. Споживана потужність 10 Вт. Габарити 136×100×50 мм, маса 0,3 кг.

Загальний вигляд приладу показано на *рисунку 6*.

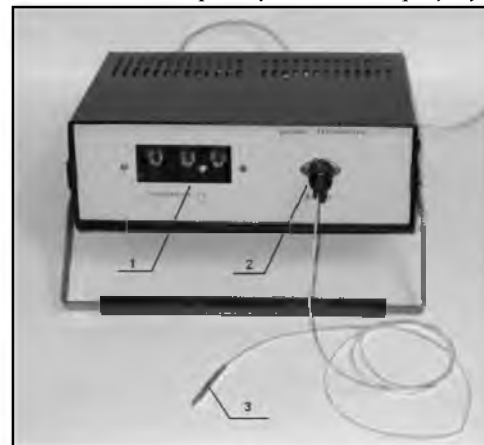


Рис. 6. Прилад для вимірювання температури: 1. Індикатор. 2. Гніздо для датчика температури. 3. Датчик температури.

Функціональна схема приладу подана на *рисунку 7*.

В основу роботи пристрою покладено перетворювач "температура – частота" з безпосереднім відліком. Температурна залежність падіння напруги на р-n переході, при фіксованому струмі через нього, та мала нелінійність характеристики дозволяють застосовувати напівпровідникові діоди як датчики температури. Подібні датчики з успіхом можна застосовувати при виготовленні електронних вимірювачів термометри, не вводячи спеціальні лінеаризуючі пристрої.

Блок 1 (рис. 7) перетворює падіння напруги на датчику (діоді) у частоту. Імпульси з виходу перетворювача-інтегратора заповнюють прямокутні імпульси, що йдуть із генератора, і далі надходять на лічильник (блок 3), що перетворює ці пакети імпульсів у код управління семисегме-

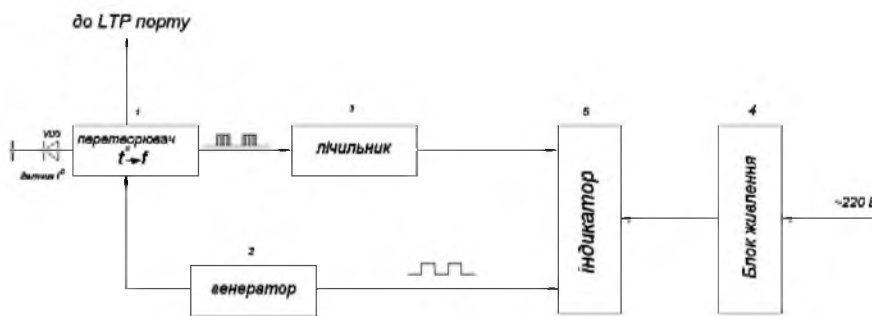


Рис. 7. Функціональна схема електронного термометра: 1. Перетворювач температура – частота. 2. Генератор прямокутних імпульсів. 3. Лічильник імпульсів з дешифратором. 4. Блок живлення. 5. Індикатор.

нтними індикаторами. Під час підрахунку імпульсів індикатори не горять, вони замкнені сигналом, що приходить із генератора, який також виробляє сигнал скидання показань наприкінці циклу індикації. Блок живлення 4 виробляє всі необхідні напруги для живлення блоків термометра.

Датчик приладу – точковий діод Д-9. Контакти зігнуті в одну сторону, припаяні до кабеля із фторопластовою ізоляцією. Половина корпусу діоду захищена трубкою з поліхлорвінілу. Коли датчик опускається в струмопровідне середовище, потрібно стежити за тим, щоб він не поринав більше ніж на половину довжини корпусу. Для роботи в агресивних середовищах (кислоти, луги) датчик захищений епоксидною смолою, що забезпечує його електричну ізоляцію та гарну теплопровідність. Якщо виникає необхідність використання декількох датчиків, розташованих у різних місцях при точності виміру не більше 0,3...0,5 °С, можна використовувати датчики на основі діодів КД518А, попередньо відібравши їх за однаковими падіннями напруги при струмі через діод 1 мА.

Нові досягнення фізики все більш глибоко проникають в усі області сучасної науки та техніки. Одним із напрямків практичного застосування досягнень фізики є розробка систем управління технологічними процесами. Основним елементом такої системи виступає сенсор. Проблема розробки високоєфективних сенсорів набуває особливої гостроти в умовах технічного розвитку суспільства. Застосування сенсорів в системі цифрової обробки сигналів значно розширює можливості використання комп'ютерів в управлінні технологічними процесами та системами збору даних.

УДК 378

Б.М. Валиев, В.Д. Егоренков

Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина

О ЦЕПИ, СОСКАЛЬЗЫВАЮЩЕЙ СО СТОЛА И ПАДАЮЩЕЙ С НЕГО

Численно и экспериментально изучается поведение тяжелой цепи, которая соскальзывает с горизонтального стола и затем падает.

Ключевые слова: тяжелая цепь, скольжение, свободное падение, экспериментальное наблюдение, числовое решение.

Классическая задача о цепи, соскальзывающей со стола под действием собственного веса, была и остается одной из часто используемых для иллюстрации движения тела переменной массы [1]. Интерес к этой задаче возник у нас в ходе подготовки соответствующего лекционного демонстрационного эксперимента [2]. На рис. 1 из работы [2] изображена цепь, скользящая по гладкому столу. Изображение размыто ввиду большой скорости движения. Цепь состоит из 40 цветных скрепок. Она скользит по столу, покрытому листом обычного стекла. Край стеклянного листа закруглен с помощью стеклянной трубки диаметром 8 мм, прикрепленной к столу с помощью клейкой ленты. В исходном состоянии большая часть цепи лежала на столе, а меньшая ее часть свешивалась со стола. Форма цепи в исходном состоянии повторяла форму стола. Видно, что в ходе движения цепь утрачивает контакт со стеклянной трубкой и не повторяет форму края стола.



Рис. 1. Одна из фаз движения цепи из скрепок

Это сложное движение цепи в целом и ее частей, конечно, не может полностью описываться упрощенными моделями, которые мы рассматривали в работе [2]. К сча-

Використання розроблених датчиків для виміру швидкості тіла та температури, на відміну від інших, дозволяє підвищити точність вимірів, зручність, забезпечити високу відтворюваність результатів. Датчики при необхідності підключаються до LPT порту комп'ютера. Використовуючи відповідне програмне забезпечення, можна автоматизувати і систематизувати процес вимірів. На екрані монітора можливо візуально спостерігати характеристики фізичних величин у різному масштабі, часі, будувати графіки залежностей,

діаграми рівнів, що дозволяє в цілому проводити фізичний експеримент відповідно до вимог сучасних навчальних досліджень.

Запропонований комплект приладів може бути виготовлений в умовах вищого навчального закладу. Його використання у навчальному процесі розширює можливості демонстраційного та лабораторного експерименту.

Список використаних джерел:

1. Гольцман Ф.М. Физический эксперимент и статистические выводы. – Л., 1982.
2. Гордов А.Н., Жагулло О.М., Иванова А.Г. Основы температурных измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1992.
3. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Кн.1. – М.: Мир, 1984.
4. Олссон Густав, Пиани Джангуидо. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский Диалект, 2001.
5. Петренко Е.С. Некоторые технические особенности использования оборудования для измерения скорости пули.
6. Федотов Я.А. Основы физики полупроводниковых приборов. – М.: Сов. радио, 1969.

In the article the description of the complete set of devices developed by authors with sensor controls of movement and temperatures are considered uses of the complete set for studying mechanics and thermodynamics.

Key words: a sensor control, the gauge, physical experiment, experimental researches, the complete set of devices, mechanics, thermodynamics.

Отримано: 14.10.2007