

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

У статті розглядається проблематика сучасного лабораторного процесу у фізиці сучасної української освіти. Наведені основні тези та можливі варіанти дій для покращення ситуації, зокрема розглядається використання сучасних інформаційних технологій в процесі проведення шкільних експериментів. Як приклад, створено експериментальну установку на базі Arduino та персонального комп'ютера для візуалізації напруженості магнітного поля соленоїда. Детально описані установка та результати вимірювань. Результати роботи виводяться на екран комп'ютера автоматично, що дозволяє досліднику одразу аналізувати свої дії при проведенні досліду.

Ключові слова: лабораторна робота з фізики, фізичні вимірювання, інформаційні технології, напруженість магнітного поля.

Спостереження і досліди є джерелом знань про природу фізичних явищ. Вимірювання і аналіз отриманих результатів, які проводять студенти на практичних заняттях, є по суті відтворенням основних методів фізики як науки. Для постановки більшості фізичних дослідів у більшості навчальних закладах використовується стандартне устаткування кабінетів фізики та фізичних лабораторій. Останнім часом це устаткування не поповнюється і не оновлюється. Це є дуже серйозною проблемою сучасних викладачів фізики. А як відомо, у справжніх педагогів завжди є бажання виразно демонструвати сутність фізичних явищ, демонструвати залежності між фізичними величинами, це бажання і спонукає до створення саморобних приладів. Навіть за наявності стандартного устаткування використання модернізованих власноруч приладів дозволяє педагогу успішно вирішувати завдання, пов'язані як із засвоєнням студентами навчального курсу, так і розвитком їх індивідуальних особливостей. Такий напрям роботи сприяє розвитку практичних навичок шляхом розробки нових приладів і удосконалення старого демонстраційного та лабораторного устаткування, а також розширює можливості експерименту, зумовлює економію часу під час щоденної підготовки демонстрацій до занять, сприяє розвитку творчих здібностей. А в свою чергу, використання елементів робототехніки, та методів комп'ютерних вимірювань дають можливість викладачам йти в ногу з часом та «дивитись очима» сучасної молоді на процес навчання.

Заняття з фізики має приносити задоволення та радість успіху, підвищувати їх інтерес, сприяти розвитку пізнавальних здібностей, формуванню життєвих навичок. Викладачі мають відтворювати різні форми проведення лабораторних та практичних робіт: демонстраційні, короткочасні, фронтальні, пошуково-конструкторські, пошуково-дослідницькі. Також важлива наявність різноманітних методів дослідження, атмосфери творчого пошуку розв'язку зазначеної проблеми, пояснення умов, що впливають на хід експерименту, межі та галузі застосування спостережуваного явища або визначеної фізичної величини.

Дивлячись на це, постає питання щодо виготовлення саморобних приладів з використанням комп'ютера в якості вимірювального приладу, а також в якості засобу для відтворення та всебічної візуалізації отриманих даних.

Тому можна зробити кілька висновків про використання саморобних приладів у навчальному процесі, а саме вони дозволяють:

- демонструвати явища, що вивчаються;
- покращувати наочність викладання;
- ознайомити учнів з експериментальним методом дослідження, показуючи застосування фізичних явищ;
- посилити інтерес вивчення фізики;
- зробити навчання сучасним і цікавим.

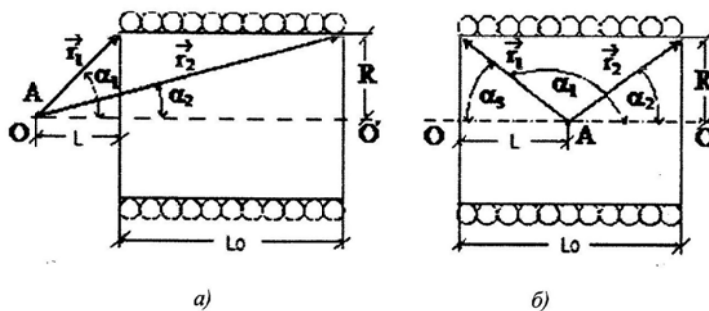
Для реалізації наведеного вище, нами пропонується обрати будь-яку лабораторну роботу в якій присутні багатократні однотипні і громіздкі обчислення. Як правило, при виконанні таких робіт студент «перемикається» з процесу вивчення сутності фізичних явищ на процес багатократних однотипних вимірювань та обчислень, що інколи не дає того бажаного ступеня розуміння поставленої мети лабораторної роботи. Про один з таких пристроїв, і йдеться далі. Прилад являє собою установку для визначення напруженості магнітного поля соленоїда в різних точках на його осі. Сама лабораторна

робота не є новою, однак застосування комп'ютерних вимірювань та обробники даних роблять з неї достатньо цікавий, а головне, сучасний та наочний вимірювальний комплекс. Основною метою є отримання результатів шуканої величини одразу під час досліду. Відсутність результатів безпосередньо під час досліду, в деяких лабораторних роботах є проблемою, яка не дозволяє повністю зануритись у фізичну сутність експерименту, адже в деяких лабораторних роботах основною частиною роботи є монотонна обробка результатів, яка займає багато часу та сил. До такого типу лабораторних робіт відноситься й дана.

Відомо, що вираз для розрахунку напруженості магнітного поля в будь-якій точці A , що лежить на осі соленоїда, можна одержати за допомогою закону Біо-Савара-Лапласа. Вона чисельно дорівнює алгебраїчній сумі напруженостей магнітних полів, створених у цій точці A всіма витками і спрямована вздовж осі за правилом свердлика:

$$H = \frac{IN}{2\ell_0}(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1), \quad (1)$$

де I – величина струму; N – кількість витків соленоїда; ℓ_0 – довжина соленоїда; α_1, α_2 – кути, що утворюють радіус-вектори \vec{r}_1 і \vec{r}_2 , проведені з точки A до крайніх витків соленоїда (мал. 1а).



Мал. 1

Для точок всередині соленоїда (мал. 1б) формула (1) набуває вигляду:

$$H = \frac{IN}{2\ell_0}(\cos \alpha_2 + \cos \alpha_1), \quad (2)$$

$$\text{де } \cos \alpha_2 = \frac{\ell_0 - \ell}{\sqrt{R^2 + (\ell_0 - \ell)^2}}, \quad \cos \alpha_1 = \frac{\ell}{\sqrt{R^2 + \ell^2}},$$

α_3 – суміжний кут з кутом α_1 , ℓ – віддаль від розглядуваної точки A до початку соленоїда, R – радіус соленоїда.

Як випливає з формули (2), при віддаленні від центра соленоїда до його кінців, напруженість поля вздовж осі зменшується. Найбільша величина напруженості буде в точці, що лежить посередині соленоїда, тобто при $\alpha_2 = \alpha_1 = \alpha$.

$$H_{\max} = \frac{IN}{2\ell_0} \cdot 2 \cos \alpha = \frac{IN}{\ell_0} \frac{\ell_0}{\sqrt{4R^2 + \ell_0^2}} = \frac{IN}{\sqrt{4R^2 + \ell_0^2}} \quad (3)$$

Для нескінченно довгого соленоїда $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$. Тоді

$$H = \frac{IN}{\ell_0} \quad (4)$$

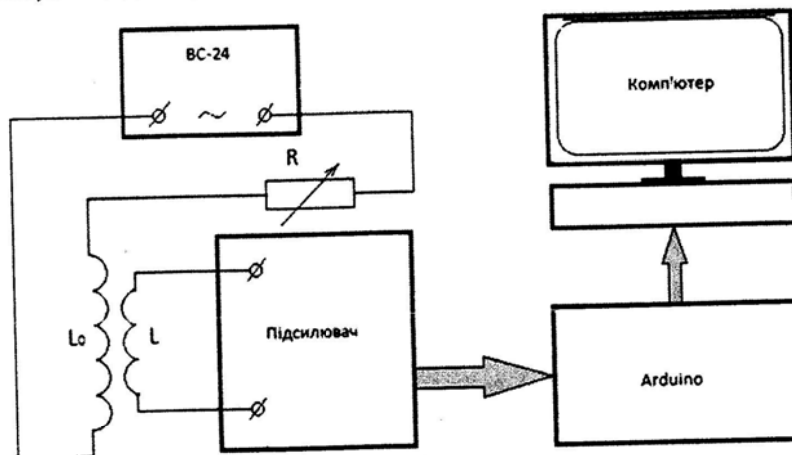
Для нормального соленоїда в точках поблизу середини його осі напруженість магнітного поля мало відрізняється від значення, що визначається формулою (4). На кінцях нормального соленоїда напруженість магнітного поля дорівнює

$$H = \frac{IN}{2\ell_0} \quad (5)$$

Тобто для отримання значень напруженості магнітного поля фактично потрібно знати величини I_0 , I , R , N , а також значення електричного струму I [1].

Схематично прилад представлено на мал. 2 він складається з наступних частини (блоків):

- блок вимірювання даних (соленоїд та котушка в ньому, кроковий двигун, каскадний підсилювач);
- блок опрацювання даних (модуль Arduino Nano);
- блок візуалізації даних (комп'ютер).



Мал. 2

На відміну від класичного проведення роботи де соленоїд L_0 живиться постійним струмом, а балістичний гальванометр виконує роль індикатора величини зміни електричного струму в котушці зв'язку L , у запропонованій схемі джерелом живлення соленоїда L_0 буде служити джерело змінного струму. А разом з котушкою L , що розташована в середині соленоїда L_0 таким чином, що її вісь збігається з віссю соленоїда L_0 , вони фактично утворюють трансформатор струму. Тому наведений змінний струм в котушці L буде пропорційним до напруженості поля H в точці на вісі соленоїда L_0 , в якій розташована котушка зв'язку L в даний момент часу. Тому для знаходження напруженості магнітного поля потрібне тільки значення струму на вимірювальній котушці. Отриманий котушкою L сигнал підсилюється та випрямляється, що спрощує роботу з аналогово-цифровим перетворювачем (АЦП) та програмною частиною Arduino, хоча в свою чергу, такі перетворення збільшують похибку вимірювань. Але ж нагадаємо, що ця установка не призначається для наукових вимірювань, а створена лише для кращого сприйняття студентами розподілу величини магнітного поля на осі соленоїда.

Для вимірів на різних ділянках соленоїду – котушка зв'язку L прикріплено до рейки, яка приводиться в рух за допомогою уніполярного крокового двигуна. Це зроблено для більш точного визначення позиції цієї котушки. Переміщення рейки визначається за допомогою передатних чисел, а саме в нашому випадку були підібрані такими, що котушка зв'язку змінює своє положення на 2 см коли двигун зробить 51 крок. Таким чином координата положення точки в якій проводиться вимірювання в даний момент часу також задається комп'ютером автоматично.

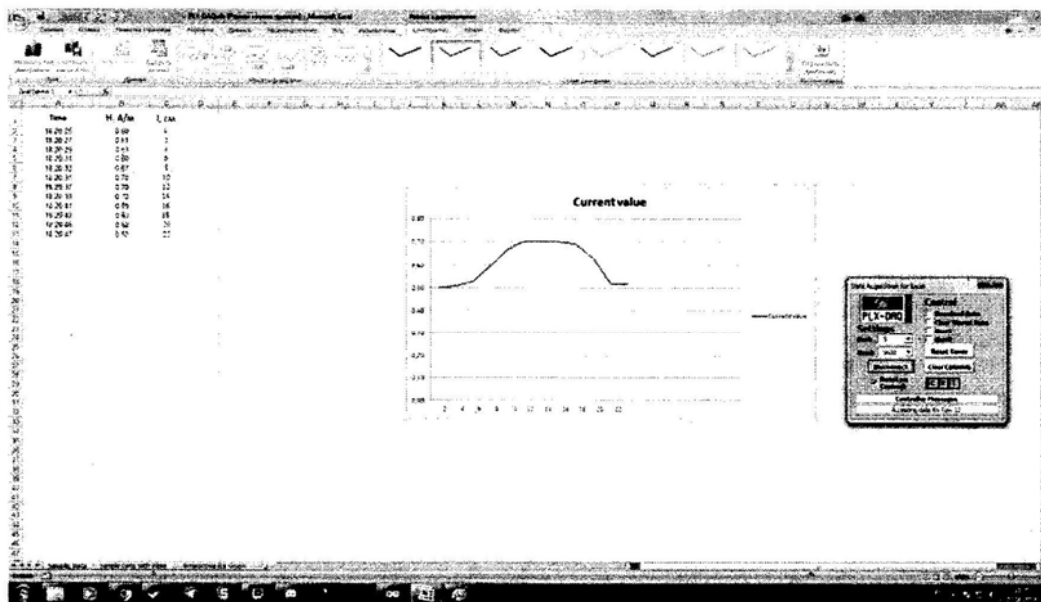
Сигнал від підсилювача приймається АЦП Arduino, який перетворює аналоговий сигнал в цифровий. Написана для Arduino програма використовуючи формулу (2) створює пакет даних, які далі транслюються в редактор електронних таблиць через COM-порт комп'ютера за допомогою допоміжної програми (макросу) PLX-DAQ. В свою чергу програмне забезпечення Arduino та макросу розповсюджується безкоштовно [2; 3].

У самому ж редакторі на основі отриманих даних будується "живий" графік залежності значень напруженості магнітного поля на осі соленоїда від координати.

Що і полегшує для дослідника процес спостереження, та більш наочно висвітлює отримані дані, що значно покращує засвоєння навчального матеріалу. На мал. 3. Зображено отриманий таким чином графік для соленоїда довжина якого $L_0=20$ см, а радіус $R=5$ см.

На завершення можна сказати, що ніхто не ставив за мету повністю прибрати обчислення з лабораторних робіт при вивченні фізики. Але ж є такі лабораторні роботи, де негайна оцінка зроблених дій студентом є більш цінною з методичної точки зору. Також хотілося б відмітити, що викладання фізики, в першу чергу електродинаміки, пов'язане з вивченням обчислювальної техніки і сучасних технологій збору, зберігання, обробки та передачі інформації. Це обумовлено причинами розвитку комп'ютерної техніки і засобів телекомунікації, що стало можливим завдяки розвитку мікроелектроніки,

розвиток якої опирається на фізичні закони. На прикладі такого приладу може бути показана роль фізики для сучасної техніки, її роль в практичній діяльності [4, с. 25-27]. Це лише одна з багатьох робіт, які можна вдосконалювати.



Мал. 3

Використані джерела

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. К.: Техніка, 2001. Т.2. С. 270–276.
2. <https://www.arduino.cc/>
3. <https://www.parallax.com/downloads/plx-daq>
4. Майер Р.В. Информационные технологии и физическое образование. Глазов: ГГПИ, 2006. 64 с.

Dyatlov Yu., Shevchuk A.

THE USE OF A COMPUTER TO RECEIVE AND VISUALIZE DATA DURING LABORATORY WORKS ON PHYSICS

This article considers a subject matter of the modern laboratory process in physics of modern Ukrainian higher educational institutions as well as secondary schools. It can be useful for teachers of physics and information technology or others interested in current computer measurements in physics. It cites main theses and possible ways of action to improve the situation, in particular – the usage of modern computers in the process of conducting physical experiments. As an example, an experimental installation, which is based on Arduino and a computer to visualize the induction current of a solenoid, was created. The installation description and measurement results are described in detail in the article. The method of measuring the data lies in measuring the intensity of the magnetic field on the axis of the solenoid with the method of directional induced current at different parts of the solenoid. The results of the work are displayed on the computer screen automatically, which allows students to analyze their own actions during the experiment immediately. The lab is related to electromagnetism. Principal aim and purpose of the article is to increase technical creativity and relevance to physics among students of different educational institutions.

Key words: laboratory work on physics, physical measurements, information technologies in the branch/field of measurement of physical magnitudes/quantities, voltage of the magnetic field.

Стаття надійшла до редакції 23.05.2018