

6. Гуревич Р., Кадемія М. Смарт-освіта – нова парадигма сучасної системи освіти. *Теорія і практика управління соціальними системами*, 2016. № 4. С.71-78.
7. Кадемія М.Ю., Шахіна І.Ю. Інформаційно-комунікаційні технології в навчальному процесі: навч. посіб. Вінниця: ТОВ «Планер», 2011. 220с.
8. Спірін О.М., Яцишин А.В. Особливості підготовки наукових та науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації зі спеціальності «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» [Текст]. *Інформаційні технології в освіті*. 2013. № 14. С.22-33.
9. Жук Ю.О. Планування навчальної діяльності з урахуванням використання засобів інформаційнокомунікаційних технологій. *Інформаційні технології і засоби навчання*: зб. наук. праць. К.: Атіка. 2005. С.96-99.

Надійшла до редколегії 03.06.2019.

УДК 378.147.31

DOI 10.31319/2519-2884.35.2019.61

ТАРАН В.Г., к.ф.-м.н., доцент
ГУБАРЄВ С.В., к.т.н., доцент
КАЛІНІНА Т.В., к.ф.-м.н., доцент
МИКИТА К.А., студент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МЕТОДИК НАВЧАЛЬНО-ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ФАХІВЦІВ МЕХАНІЧНИХ НАПРЯМІВ

Вступ. Проблема розробки сучасної методики вивчення фізики для студентів технічних спеціальностей на основі компетентнісного підходу складна, багатоаспектна і в умовах наукоємного виробництва залежить від системності і методичної доцільності застосування різних форм та засобів навчання [1-4]. В лекційному курсі фізики з метою формування фахових компетентностей рекомендують передбачати різноманітні приклади застосування академічних знань в технічних пристроях і технологічних процесах [5]. На практичних заняттях пропонується розв'язання компетентнісно-орієнтованих фізичних задач [6]. Під час виконання лабораторної частини програми фізики з підготовки бакалаврів до традиційних лабораторних робіт рекомендується пропонувати додаткові завдання фахового спрямування [7]. Для плідної професійної діяльності в будь-якій галузі високотехнологічного виробництва необхідно не тільки мати достатній обсяг фундаментальних знань та глибоке розуміння суті фізичних процесів природи, але, що найважливіше, аналітичне творче мислення, яке формується в процесі самостійного рішення проблемних фізичних завдань в лабораторному дослідженні.

Постановка задачі. Виходячи зі сказаного вище та спираючись на багаторічний досвід застосування навчально-лабораторного практикуму на кафедрі фізики ДДТУ, вважаємо за доцільне для ефективного формування фахових компетентностей та креативних здібностей студентів (майбутніх фахівців) впроваджувати варіативні лабораторні роботи, які містять комплекс альтернативних експериментальних досліджень характеристик та значення фізичних величин, що фігурують в різних фізичних явищах і законах. Метою роботи є розробка комплексу альтернативних взаємодоповнюючих методик навчально-лабораторних досліджень в загальному курсі фізики для визначення жорсткості спіральних пружин при дослідженні їх енергетичних та силових характеристик, що актуально для студентів бакалаврату механічних напрямів.

Результати роботи. Сила пружності як один з фундаментальних факторів взаємодії між елементами механічних конструкцій дає можливість при розробці різноманітних деталей в машинобудуванні, верстатобудуванні, метизному виробництві та технології їх експлуатації враховувати ступінь пружності та пластичності матеріалів виробництва. Наряду з модулем Юнга для пружних матеріалів коефіцієнт пружності характеризує пружні властивості самої деталі, що інформативно саме з конструктивної точки зору. До лабораторного практикуму пропонується експериментально-дослідна робота, в якій коефіцієнт жорсткості пружини визначається кількома альтернативними методами.

Перший метод базується на законі збереження механічної енергії системи, де потенціальна енергія пружно деформованої пружини переходить в механічну енергію взаємодіючого з нею тіла. Даний метод можна застосувати при дослідженні траєкторії руху тіла, кинутого під кутом α до горизонту, де пружина використовується у якості своєрідної катапульти (рис. 1).

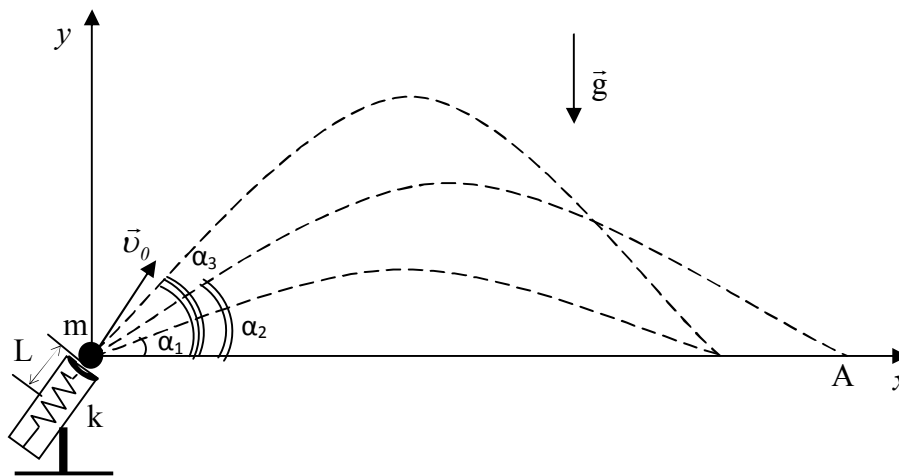


Рисунок 1 – Досліджувані траєкторії руху тіла «m», кинутого під кутом α до горизонту

Очевидно, що в умовах даного дослідження (втрати енергії на опір повітря можна нехтувати) сума кінетичної енергії кульки m та самої пружини $m_{пр}$ дорівнює потенціальній енергії деформації пружини:

$$\frac{kL^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{m_{пр} v_0^2}{8}, \quad (1)$$

де L – лінійна деформація досліджуваної пружини; k – коефіцієнт жорсткості пружини, $m_{пр}$ – маса пружини; v_0 – початкова швидкість кульки.

Легко показати, що кінетична енергія пружини в момент початку вільного падіння кульки визначається за формулою

$$W_{к.пр} = \frac{m_{пр} v_0^2}{8}. \quad (2)$$

Вираз (2) доцільно запропонувати студентам довести самостійно як додаткове аналітичне завдання.

Виходячи з (1), початкова швидкість кульки буде

$$v_0 = 2 \sqrt{\frac{kL^2}{4m + m_{пр}}}. \quad (3)$$

Час польоту (вільного падіння) t кульки на відстань A за принципом незалежності руху тіла вздовж координат x та y буде дорівнювати часу його вертикального підйому і падіння, тобто

$$t = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{4}{g} \sqrt{\frac{kL^2}{4m + m_{np}}} \sin \alpha. \quad (3)$$

Тоді переміщення кульки при рівномірному русі вздовж вісі « x »

$$A = v_{0x} t = \frac{8kL^2 \sin \alpha \times \cos \alpha}{g(4m + m_{np})}, \quad (4)$$

звідки за експериментальними вимірами студенти проводять розрахунок шуканого значення коефіцієнта жорсткості за формулою

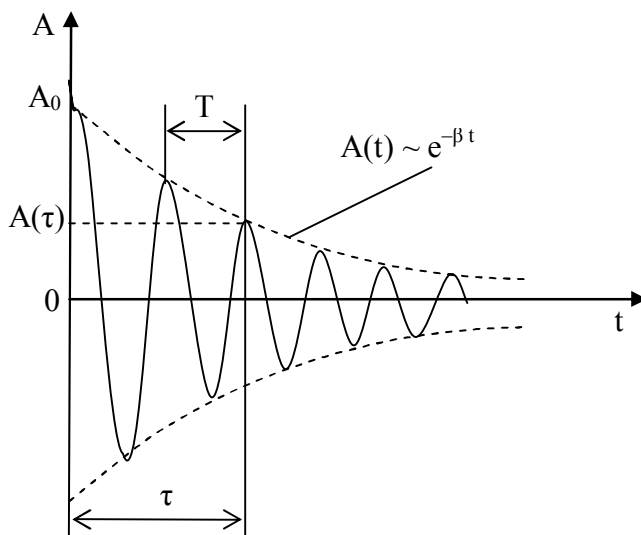
$$k = \frac{(4m + m_{np})gA}{8L^2 \sin \alpha \times \cos \alpha}. \quad (5)$$

Виконання дослідів доцільно провести для варіантів, коли маса пружини m_{np} і маса кульки m відповідають співвідношенням: $m = m_{np}$; $m = 2m_{np}$; $m = 3m_{np}$, і запропонувати студентам пояснити закономірні розбіжності результатів. Бажано провести досліді при різних кутах нахилу осі пружини в межах $\alpha = 30^\circ \div 60^\circ$.

Другою, досить ефективною методикою визначення коефіцієнта k , є дослідження гармонічних коливань пружинного маятника як у вертикальному, так і горизонтальному варіантах виконання. В даному випадку коливання є згасаючими з коефіцієнтами згасання (в даних варіантах) β , які відрізняються один від одного у відповідних випадках.

Загально відомо [8], що згасаючі коливання відбуваються з частотою

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}, \quad (6)$$



де $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ — власна частота коливань даного маятника у відсутності сил в'язкого тертя (ідеальний випадок), звідки можна отримати шукане значення « k »:

$$k = \omega_0^2 m. \quad (7)$$

У дослідях запропонованої методики послідовно фіксують амплітуди згасаючих коливань від початкової A_0 через кожен період T для побудови графіка відповідної залежності $A(t)$ (рис.2) та встановлення часу τ коливань, за який амплітуда зменшиться в $e = 2,7$ рази, тобто

$$A(\tau) = \frac{A_0}{e}. \quad (8)$$

Рисунок 2 – Графік залежності амплітуди згасаючих коливань з часом t

Оскільки згасаючі коливання

за параметрами амплітуди $A(t)$ характеризуються декрементом згасання

$$D = \frac{A(t)}{A(t+T)}, \quad (9)$$

та враховуючи, що з одного боку його логарифм записується у вигляді

$$\ln D = \beta T, \quad (10)$$

а з іншого

$$\ln D = \frac{T}{\tau} = \frac{I}{N(\tau)}, \quad (11)$$

де T – період згасаючих коливань; τ – проміжок часу, за який амплітуда $A(\tau)$ відповідає умові (8); $N(\tau)$ – кількість коливань, на протязі яких відповідно зменшується амплітуда.

Розв'язуючи (10) і (11) як систему, отримаємо значення коефіцієнта згасання у вигляді

$$\beta = \frac{I}{\tau}. \quad (12)$$

Тоді, враховуючи (6) та (12), (7) приймає вигляд розрахункової формули для коефіцієнта жорсткості пружини, що «працює» в реальній коливальній системі:

$$k = m \left(\frac{4\pi^2}{T^2} + \frac{I}{\tau^2} \right) \quad (13)$$

У дослідах період реальних коливань визначають за формулами

$$T = \frac{t}{N} \quad (14)$$

або за графіком (рис.3), де

$$T = \frac{\tau}{N(\tau)}. \quad (15)$$

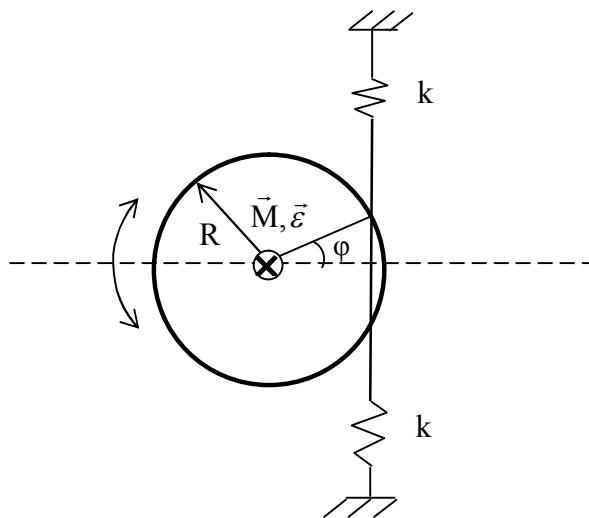


Рисунок 3 – Схема лабораторного пружинного маятника обертальних коливань

У процесі експерименту масу тіла « m » доцільно підбирати таким чином, щоб якомога точніше фіксувати послідовність амплітуд $A(t)$.

В якості третього альтернативного методу визначення k доцільно, на наш погляд, пропонувати дослідження обертальних коливань масивного диска навколо власної осі. Метод базується на основі лабораторної установки (рис.3), прототипи якої використовуються у деяких вузлах механічного устаткування (наприклад, дисках зчеплення автомобілів, інерційних ножиць по металу і т.п.). Коливання диска відбуваються під дією моменту сили, створюваної деформацією двох пружин k .

За умови малих кутів повороту (в радіанній мірі справедлива рівність $\sin \varphi = \varphi$) момент сили можна розрахувати за формулою

$$M = 2kR^2 \varphi. \quad (16)$$

Згідно з основним законом динаміки обертального руху диск моментом інерції J отримує кутове прискорення ε :

$$\varepsilon = \frac{M}{J} = \ddot{\varphi}, \quad (17)$$

значення якого залежить від кута повороту φ і змінюється з часом за класичним рівнянням (18) гармонічних коливань [8]

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0, \quad (18)$$

де $\ddot{\varphi}$ – друга похідна кута повороту φ за часом, ω_0 – власна циклічна частота коливань лабораторного маятника.

У нашому випадку, розв'язуючи (16) і (17) як систему і враховуючи, що для однорідного диска $J = \frac{mR^2}{2}$, отримаємо диференціальне рівняння коливального руху досліджуваного лабораторного маятника у вигляді

$$\ddot{\varphi} + \frac{4k}{m} \varphi = 0. \quad (19)$$

Порівнюючи (19) і (18) видно, що циклічна частота лабораторного маятника ω_0 буде:

$$\omega_0 = 2\sqrt{\frac{k}{m}}, \quad (20)$$

звідки отримуємо відповідну розрахункову формулу для коефіцієнта жорсткості

$$k = \frac{\omega_0^2 m}{4} = \frac{\pi^2 m}{T^2}, \quad (21)$$

де період T визначається експериментально.

Висновки. Розглянуто альтернативні варіанти лабораторних методик з вивчення енергетичних і силових характеристик спіральних пружин на прикладах різних фізичних процесів практичного застосування. Досліджено можливості експериментального визначення коефіцієнта жорсткості пружин на основі використання закону збереження енергії при використанні її в якості катапульты.

Розроблено і наочно обґрунтовано лабораторну методику визначення пружинних характеристик на прикладі згасаючих коливань одномірного пружинного маятника, де враховується як реальний період коливань, так і декремент згасання. Обґрунтовано також методику визначення коефіцієнта жорсткості при дослідженні обертальних коливань масивного диска на пружинному кріпленні.

На думку авторів запроваджений підхід комплексного багатоваріантного вивчення фізичних явищ в лабораторних дослідженнях фізичного практикуму загального курсу фізики сприяє підвищенню компетентнісного рівня майбутніх фахівців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пономаренко Е.В. Анализ современного состояния методики преподавания физики в высшей школе: компетентностный подход. *Международный журнал экспериментального образования*, 2013. №10. С.221-225.
2. Зеер Э.Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. М.: Изд. Моск. психол.-соц. ин-та, 2005. 215с.
3. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Симанюк Э.Э. Компетентностный подход к образованию. *Образование и наука*, 2005. № 3(33). С.27-40.
4. Дорофеев А. Профессиональная компетентность как показатель качества образования. *Высшее образование в России*, 2005. № 4. С.30-34.

5. Рижкова М.Н., Павлова С.М. Разработка программ курса физики с учетом направления подготовки студентов в техническом ВУЗе. *Международный журнал экспериментального образования*, 2013. №10. С.215-220.
6. Гуляева Л.В., Гуляева Т.В. Компетентнісно-орієнтовані фізичні завдання з фізики: теоретичний аспект. *Наукові записки*. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2016. Вип. 9, ч.1. С.87-95.
7. Гуляева Л.В. Дидактичні аспекти фізико-технічної підготовки майбутніх інженерів у технічному університеті. *Збірник наукових праць БДПУ*, 2016. № 9. С.30-35.
8. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.1. М.: Наука, 1978. 510с.

Надійшла до редколегії 18.06.2019.

УДК 378.147.88:004.9

DOI 10.31319/2519-2884.35.2019.62

ТАРАН В. Г., к.ф.-м.н., доцент
КАРІМОВ І. К., к.ф.-м.н., доцент
ГУБАРЄВ С.В., к.т.н, доцент
ЛИТВИНОВА Є., студент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ В ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМІ ЗАГАЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Вступ. Лабораторний практикум є однією з найбільш ефективних форм занять при вивченні курсу фізики. Він базується на експериментально-практичній, самостійній роботі студентів, сприяючи тим самим формуванню когнітивних компетентностей здатності самостійного підвищення освітнього рівня майбутнього фахівця. При обробці даних лабораторних досліджень слід приділяти велику увагу точності вимірювань, оскільки саме їх результати дають можливість робити ті чи інші висновки стосовно кількісних і якісних характеристик фізичних процесів. Оскільки фізика – наука точна, а жодне вимірювання неможливо провести «абсолютно точно», необхідно враховувати відповідні похибки [1-3]. На кафедрі фізики ДДТУ розроблено і успішно адаптовано до лабораторного практикуму методику оцінювання результатів вимірювань з врахуванням їх похибок на основі закономірностей нормального та пов'язаних з ним розподілів випадкових величин [4-6], яка успішно зарекомендувала себе протягом багатьох років.

Постановка задачі. Мета даної роботи полягає в модернізації методики обробки експериментальних результатів навчально-лабораторних досліджень законів фізики на основі впровадження новітніх комп'ютерних технологій.

Результати роботи. За способом отримання значень фізичних величин вимірювання поділяють на прямі та опосередковані. В першому випадку фізична величина визначається безпосередньо за шкалою вимірювального приладу, в другому – розраховується за формулою, в яку входять величини прямих вимірювань. Якщо інструментальна (апаратурна) похибка приладу більша від випадкової похибки, зумовленої різними причинами в процесі проведення конкретного виміру, вимірювання виконуються однократно. В іншому випадку студентам рекомендується багаторазове проведення вимірів конкретної фізичної величини з наступним аналізом похибок.