

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Лебідь Олександр Олександрович – старший викладач фізики Національного університету водного господарства та природокористування.

Рибалко Андрій Володимирович – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

Наукові інтереси: аналогії у вивченні квантової фізики.

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКОНАННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ З ФІЗИКИ

Юрій ЛИТВИНОВ, Євген МАЛЕЦЬ, Олена МЯЛОВА,
Павло ТОКАРЕВ, Віктор СЕРГЄЄВ

Пропонується лабораторний експеримент з пружинним маятником в якості прикладу застосування сучасних комп'ютерних технологій при виконанні індивідуальних навчально-дослідницьких завдань.

It is offered the laboratory experiment with a spring pendulum as an example of application of modern computer technologies at implementation of individual educational-research tasks.

Перехід до Болонської системи освіти потребує нових підходів в отриманні і засвоєнні знань. Навчання фізики студентів фізико-математичних факультетів зазнає кардинальних змін: згідно вимог кредитно-модульної системи значна частина часу навчання відводиться на самостійну роботу. Однією із складових цієї роботи є індивідуальні навчально-дослідницькі завдання, які мають на увазі самостійне вивчення частини навчального матеріалу, відповідно до навчальної програми, його систематизацію, поглиблення, узагальнення, закріплення і практичне застосування знань студента з фізики [1]. Зрозуміло, що експериментальна складова в фізичній освіті займає першорядне місце. Мається на увазі здатність фізичних кафедр забезпечити розвиток умінь і навичок студентів готувати і проводити демонстраційний і лабораторний експеримент, а також вести обробку отриманих результатів. На кафедрі фізики ХНПУ в останні роки велись розробки лабораторного комплексу, які дали позитивні результати. Комплекс «Експериментатор» (сумісник фірма ІТМ) отримав ліцензію МОНУ на впровадження в навчальний процес, як в школі, так і ВНЗ. Відмінною особливістю комплексу від інших (наприклад, фірми Rhywe) є його компактність і універсальність: до аналого-цифрового пристрою з відповідним програмним забезпеченням і комп'ютерним спряженням, під'єднується 20 датчиків різних фізичних величин (зміщення, сили, тиску, температури, індукції магнітного поля і інші). Наприклад, в даному випадку пружина підвішується до датчика сили, і в зовнішньому плані експеримент нічим не відрізняється від звичайного, але на екрані комп'ютера можна спостерігати динаміку зміни сили пружності

пружини від часу. Підводячи курсор до довільної точки графіка, отримуємо чисельні покази сили для даного моменту часу. Крім цього, веб-камера дає можливість записувати відеофрагменти процесу, які відповідним програмним забезпеченням можуть синхронізуватись з графічною залежністю (в даному випадку сили від часу). Цінність цієї функції є в тому, що можна повертатись до записаного експерименту і співставляти положення робочої точки на графіку з миттєвим відтворенням відеосюжету. Комп'ютерна програма, що забезпечує підтримку роботи комплексу, досить проста в управлінні, і студенти за короткий час опановують алгоритм роботи з ним.

В даній роботі наводиться приклад виконання дослідницької частини ІНДЗ з теми «Механічні коливання і хвилі». В цій темі розглядається пружинний маятник, аналіз коливань якого дає можливість визначити період коливань із співвідношення:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

При цьому вважається, що маса пружини мала в порівнянні з масою тягарця, який на ній підвішений. Насправді це не так. Маса пружини може бути значною, і тоді формула (1) буде наближеною. Врахувати масу пружини можна наступним чином: припустимо, що в формулі (1) під масою m розуміється сумарна маса тягарця і пружини ($m = m_m + m_n$). При цьому слід мати на увазі, що під масою пружини m_n слід розуміти так звану ефективну масу, яка не співпадає з масою, отриманою звичайним зважуванням (про цю різницю і її фізичний зміст буде сказано далі). Таким чином, формула для періоду коливань пружинного маятника з врахуванням маси пружини набере вигляду:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_T + m_{II}}{k}} \quad (2)$$

Проведемо перетворення виразу (2). Для цього обидві частини формули введемо в квадрат:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k}(m_m + m_n) = 4\pi^2 \frac{m_n}{k} + 4\pi^2 \frac{m_m}{k} \quad (3)$$

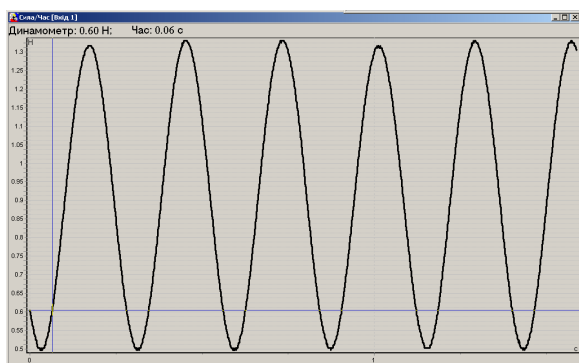
Отриманий вираз в координатах $T^2 - m_r$ є пряма лінія, що на осі T^2 відсікає відрізок

$$\frac{4\pi^2 m_n}{k},$$

а тангенс кута нахилу цієї прямої до горизонтальної осі складає $\frac{4\pi^2}{k}$. Звідси

витає спосіб оцінки ефективної маси пружини m_n і коефіцієнта жорсткості k .

Для визначення впливу маси пружини на період коливань, необхідно провести експеримент по визначенню періоду коливань пружинного маятника для різних мас тягарця. Для цього взято пружину з демонстраційного набору і 5 тягарців масою по 100 г. кожний. Підвішуючи тягарці, визначали коефіцієнт жорсткості пружини, користуючись навчальним приладом «Експериментатор», до якого під'єднано датчик сили, а сам прилад працював разом з комп'ютером, що визначав динаміку зміни сили в часі (мал. 1).



Мал. 1. Динаміка зміни сили в часі для тягарця з масою 100 г.

Для кожної маси проводилось п'ять вимірювань для подальшої статистичної обробки результатів: оцінювалось середнє

значення періоду коливань ($T_c = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{N}$); для кожного вимірювання визначалась абсолютна похибка вимірювання ($\Delta T_i = T_c - T_i$); і знаходився квадрат цієї величини ΔT_i^2 . За експериментальними даними знаходилась середня квадратична похибка результату серії вимірювань

$$\Delta S_{T_c} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta T_i)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

В таблиці 1 наведено результати експериментальних вимірювань і їх статистичної обробки.

Для $m=100$ г:

T_i	ΔT_i	ΔT_i^2
0,29	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
0,28	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,29	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
0,28	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,28	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
		$\sum 1,2 \cdot 10^{-4}$

Для $m=200$ г:

T_i	ΔT_i	ΔT_i^2
0,39	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,39	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,39	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,40	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
0,40	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
		$\sum 0,394$
		$\sum 1,2 \cdot 10^{-4}$

Для $m=300$ г:

T_i	ΔT_i	ΔT_i^2
0,48	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,47	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
0,48	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,47	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
0,48	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
		$\sum 0,476$
		$\sum 1,2 \cdot 10^{-4}$

Для $m=400$ г:

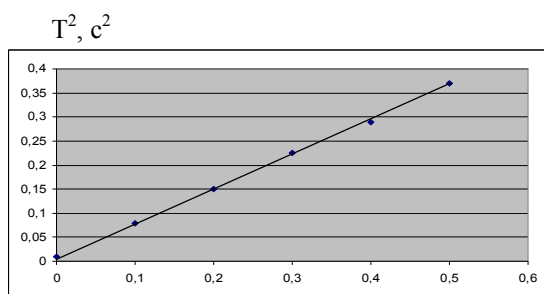
T_i	ΔT_i	ΔT_i^2
0,55	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,56	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
0,55	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
0,56	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$
0,55	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
		$\sum 0,554$
		$\sum 1,2 \cdot 10^{-4}$

Для $m=500$ г:

T_i	ΔT_i	ΔT_i^2
0,61	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-6}$
0,61	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-6}$
0,62	$3 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-6}$
0,61	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-6}$
0,61	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-6}$
		$\sum 0,612$
		$\sum 2,5 \cdot 10^{-5}$

Знайдена середня квадратична похибка дозволяє оцінити довірчий інтервал, в якому лежить період коливань пружинного маятника для кожної маси. Для цього задається певне значення надійності отриманих результатів ($\alpha = 0,90$) і для цього значення надійності і числа

проведених вимірювань знаходяться коефіцієнти Стюдента $t_{\alpha}(N)=2,13$. Межі довірного інтервалу знаходяться за формулою $\Delta T = t_{\alpha}(N)\Delta S_{Tc}$, де ΔS_{Tc} розраховане по формулі (4) складає $2,45 \cdot 10^{-3} c$, а ΔT відповідно дорівнює $5,22 \cdot 10^{-3} c$. Після обробки результатів вимірювань будується графік залежності $T^2(m_T)$ (мал. 2).



m, кг

Мал.. 2. Графік залежності $T^2(m_T)$.

Точки на графіку задовільно лягають на пряму, що відповідає формулі (3). Якщо екстраполювати цю пряму на нульову зовнішню масу, то відрізок, який відсікає ця пряма на осі T^2 , буде відповідати умові:

$$T_0^2 = \frac{4\pi^2}{k} m_i \quad (5).$$

Звідси випливає, що знання відрізка T_0^2 дає можливість визначити ефективну масу пружини. Пряму ми повинні провести найбільш правильним чином, для чого треба знати кутовий коефіцієнт. З цією метою застосовується метод найменших квадратів. Суть методу полягає в тому, щоб сума квадратів відхилень вимірюваних квадратів періодів від обчисленого по співвідношенню (3) була мінімальною:

$$\sum_{i=1}^n \{T_i^2 - \frac{4\pi^2}{k} (m_i + m_{\delta i})\}^2 = \min \quad (6),$$

що дає, після диференціювання (6) спочатку по $\frac{1}{k}$, а потім по m , вирази для кутового коефіцієнту:

$$\frac{4\pi^2}{k} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i T_i^2 - \bar{m} \sum_{i=1}^n T_i^2}{\sum_{i=1}^n m_i^2 - \bar{m} \sum_{i=1}^n m_i} \quad (7)$$

а потім для вільного доданку T_0^2 , який відповідає періоду «нульових» коливань (при $m_T=0$):

$$T_0^2 = \frac{\frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n T_i^2) (\sum_{i=1}^n m_i^2) - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n m_i) (\sum_{i=1}^n m_i^2 T_i^2)}{\sum_{i=1}^n m_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n m_i)^2} \quad (8)$$

Результати розрахунків					вказаних параметрів представлени в табл. 2.
T_i	T_i^2	m_i	m_i^2	$m_i T_i^2$	
0,284	0,08	0,1	0,01	$8 \cdot 10^{-3}$	
0,394	0,15	0,2	0,04	$3 \cdot 10^{-2}$	
0,476	0,226	0,3	0,09	$6,8 \cdot 10^{-2}$	
0,54	0,292	0,4	0,16	$1,16 \cdot 10^{-1}$	
0,612	0,375	0,5	0,25	$1,88 \cdot 10^{-1}$	
	1,123	1,5	0,55	0,41	Сума
		0,3			Середнє значення

Враховуючи, що $T_0^2 = \frac{4\pi^2}{k} m_n$,

знаходимо $m_n = 7.2$ г. Зважаємо пружину і порівнюючи її зі знайденою масою, приходимо до висновку, що визначена таким шляхом маса

пружина складає $\frac{1}{3}$ її справжньої маси.

Чисельне значення кутового коефіцієнта знайдене за виразом (7) дає коефіцієнт жорсткості пружини - 54 Н/м, що задовільно співпадає з експериментально визначеним по статичним вимірюванням – 57 Н/м.

Після проведеного експерименту, доцільно провести теоретичний аналіз коливального процесу з врахуванням маси пружини. Коливальний процес характеризується збереженням енергії. Без врахування маси пружини можна записати:

$$m_m \frac{v^2}{2} = \frac{kx^2}{2} \quad (9)$$

Вважаючи, що зміщення $x = x_0 \cos(\omega t)$, а

$$v = \frac{dx}{dt} \text{ маємо:}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_T}} \quad (10)$$

У випадку врахування маси пружини треба в лівій частині рівняння (9) дописати кінетичну енергію пружини, при цьому врахувати, що кожний елемент пружини має свою швидкість (вона змінюється від 0 в точці закріплення пружини до максимальної V в точці закріплення тягарця). В довільній точці елемент

пружини має швидкість $v_1 = \frac{l}{L} v$. l – відстань

від точки підвісу до довільного елемента пружини, L – довжина пружини. Маса елемента

пружини $\frac{m_n}{L} dl$. Відповідна кінетична енергія

цього елемента буде:

$$dE_k = \frac{1m_n}{2L} \cdot \left(\frac{1}{L}\right)^2 v^2 dl \quad (11)$$

Інтегруючи вираз (10), в межах від 0 до L, маємо:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_n}{L^3} v^2 \int_0^L l^2 dl = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_n v^2}{3} \quad (12)$$

Таким чином, ми бачимо з виразу (12), що врахування маси пружини еквівалентно $\frac{1}{3}$ її гравітаційної маси. Пряме зважування пружини дає число яке відповідає вказаному співвідношенню.

ВИСНОВКИ

На прикладі широко відомої фізичної демонстрації (коливання тягарця на пружині) ми показали, як можна сформулювати навчально-дослідне завдання, яке має необхідні складові: проблемну ситуацію, методи її розв'язку з експериментальною частиною і теоретичним аналізом.

Дане дослідження може бути корисним під час проведення демонстраційного експерименту, виконання лабораторних робіт відповідної тематики, а також на факультативних заняттях в школі з поглибленим вивченням фізики.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. С.Величко, Д.Денисов. Індивідуальні навчально-дослідницькі завдання за кредитно-модульною системою. В

зб. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету. Серія: педагогічні науки, вип. 72, ч.1, 2007р., с. 23-26

2. В.Г.Нижник. Вимірювання фізичних величин та обчислення похибок. Київ. «Радянська школа», 1979р., с. 103

3. Р.Л.Халфман. Динамика. М., изд. «Наука», 1972г., с. 567

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Литвинов Юрій Вікторович – викладач кафедри фізики Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди.

Наукові інтереси: сучасні технології навчання.

Малець Євген Борисович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри фізики Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди.

Наукові інтереси: фізика твердого тіла, методика викладання фізики.

Мялова Олена Михайлівна - доцент кафедри фізики Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди.

Наукові інтереси: проблеми сучасних методів викладання фізики.

Токарев Павло Леонідович – зав. лабораторією кафедри фізики Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди.

Наукові інтереси: застосування новітніх технологій при вивченні атмосферних явищ.

Сергєєв Віктор Миколайович - кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики Харківського національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди.

Наукові інтереси: професійна і інформаційна підготовка майбутніх вчителів.

ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ В ПІСЛЯДИПЛОМНІЙ ОСВІТИ ВЧИТЕЛІВ

Лариса ЛІСІНА

У статті визначені особливості педагогічного процесу та принципи підвищення ефективності занять при дистанційній формі навчання вчителів в закладі післядипломної педагогічної освіти.

The article outlines the features of the pedagogical process and the principles of efficiency studies in distance learning teachers in the institution of postgraduate education.

Форми освітнього процесу завжди змінювалися слідом за змінами в суспільстві й рівнем розвитку техніки. Післядипломна педагогічна освіта (ППО) відчуває потребу в гнучкій освітній системі, що максимально використовує сучасні досягнення педагогіки й техніки. Така система повинна бути доступною для будь-якого вчителя, незалежно від його віку, місця проживання, наявного рівня кваліфікації; дозволяти педагогу починати, припиняти, відновлювати навчальний процес у будь-який зручний час і освоювати навчальний матеріал у доступному йому темпі; легко трансформуватися під впливом зовнішніх умов, дозволяючи замінити освітні модулі на більш сучасні, доповнювати систему, не знищуючи

накопичений досвід удач і помилок. Очевидно, що традиційна освітня технологія ці умови не задовольняє. Перераховані вимоги до ППО висунули на перший план дистанційне навчання (ДН) як нову освітню технологію, яка за своєю складністю й можливостями відповідає сьогоднішньому дню.

Теоретичне і практичне значення розвитку дистанційної форми навчання, як альтернативи денної, настільки велике, що розв'язання цієї задачі набуває статусу окремої науково-педагогічної проблеми. Різноманітні аспекти її вивчення знайшли свій відбиток у працях В. Бакалова, В. Бикова, В. Волова, С. Гончаренка, Р. Гуревича, В. Заболотного, М. Кадемії, О. Кареліної, О. Коношевського, Г. Кравцова, Б. Крука, В. Кухаренка, О. Лаврова, Г. Маклакова, В. Олійника, Є. Полат, О. Рибалко, О.Сергєєва, В. Сергієнка, П. Стефаненка, О.Філатова, В. Шадрикова, В. Ясулайгіса та ін. Аналіз педагогічних досліджень учених з означеної проблеми свідчить, що розкрито багато аспектів