

суть полягає у тому, щоб серед цілої гами чинників можливо було виокремити ті з них, які позитивно впливають на систему, сприяючи її функціонуванню та розвитку. Методична система виконує також і *репрезентативну функцію*, яка полягає у тому, щоб представляти інтереси об'єкта у зовнішньому середовищі.

Таким чином, можна підбити підсумок: здійснюючи комплекс заходів щодо забезпечення функціонування системи, а також формування джерел для саморозвитку, методична система фахової підготовки учителів фізики виступає в якості відкритої системи, з урахуванням стратегічної мети її функціонування.

Література

1. Василькова В.В. Порядок й хаос в розвитку соціальних систем (Синергетика й теорія соціальної самоорганізації). Серія мир культури, історії й філософії. — СПб.: Лань, 1999. -480 с.
2. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика й прогнози майбутнього. — М.: Наука, 1997. — 286 с.
3. Ліпкан В.А. Безпекознавство: Навч. посібник. — К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2003.-208с.
4. Николис Г., Пригожий Й. Самоорганізація в неравновесних системах. -М.:Мир, 1979.-512с.
5. Пригожин Й. От существующего к возникающему: Время й сложность в физических науках / Пер. с англ. / Под ред., с предисл. й послеслов. Ю.Л.Климонтовича. — Изд. 2-е, доп. — М.: Едиториал УРСС. 2002. — 288 с.
6. Пригожин Й., Стенгерс Й. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / Пер. с англ. Ю.А.Данилова. — Изд. 3-е. — М.: Едиториал УРСС, 2001. -240 с.
7. Пригожин Й., Стенгерс Й. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / Пер. с англ. Ю.А.Данилова, 3-е изд. — М.: Едиториал УРСС, 2001. -312с.
8. Римаренко Ю.І., Шкляр Л.С., Римаренко С.Ю. Етнодержавознавство. Теоретико-методологічні засади. — К.: Ін-т держави і права ім. В.М.Корецького НАН України. — 2001. — 264 с.
9. Хакен Г. Информация й самоорганізація: Макроскопический подход к сложным системам. — М., 1991.
10. Хакен Г. Синергетика й некоторые ее применения в психологии // Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке й искусстве. — М.: Прогресс-Традиция, 2002. — С. 297.
11. Чернавский Д.С. Синергетика й информатика. — М.: Наука, 2001.- 244 с.

УДК 37.016:53

Кучменко О.М., Касперський А.В.

Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова,
м. Київ

Складання задач за результатами фізичного експерименту як форма самостійної роботи

Фізичний практикум є однією з основних складових природничо-наукової освіти.

Однак найчастіше він розглядається як другорядний, що не має самостійної цінності елемент освітнього процесу, як ілюстрація, за допомогою якої студентів переконують повірити в праведність фізичних законів.

Таке трактування фізичного практикуму приводить до невиправданого завищення ролі різних тренажерів-імітаторів, лабораторних навчальних комплексів, до формального виконання фізичного експерименту, результати якого, в більшості випадків, відомі наперед.

Очевидно, що настільки формалізований практикум не дозволяє в процесі його виконання усвідомити причину суперечностей між досвідом і теорією, зрозуміти важливість і плідотворність вирішення цих суперечностей. Очевидно, що настільки формалізоване виконання фізичного експерименту не дозволяє в процесі його виконання усвідомити причину суперечностей між досвідом і теорією, зрозуміти важливість і продуктивність вирішення цих суперечностей, не сприяє організації самостійної роботи студентів, впровадженню творчого підходу до навчання. Це приводить до формування в студентів однобокого розуміння наукового методу пізнання. Таке виконання лабораторного експерименту не сприяє формуванню у студентів творчого підходу до навчання, вмінь і навичок самостійно організувати власну навчальну діяльність.

Щоб домогтися подолання такої ситуації, формування у студентів вмінь і навичок організації самостійної роботи необхідно в центр уваги фізичного практикуму поставити аналіз процесів і явищ, вивчення яких передбачається в процесі виконання даного лабораторного експерименту, а також методів і засобів, застосування яких передбачається в процесі виконання даного лабораторного експерименту. Здійснення такого ґрунтовного та всебічного аналізу спочатку під керівництвом викладача сприятиме, на нашу думку, формуванню у студентів творчого підходу до навчання, вмінь і навичок організації самостійної роботи в процесі виконання лабораторного експерименту.

В зв'язку з вище зазначеним слід відзначити, що основною доктриною при вивченні фізики є триєдина система, що об'єднує комплекс теоретичних, лабораторно-практичних засобів пізнання процесів природи. Тобто, три форми навчання: сприйняття теоретичних положень, їх перевірка в лабораторному практикумі та

моделювання в задачах — рівнозначні, по суті, в набутті знань з фізики.

А тому важливим елементом у формуванні знань фізичних закономірностей і процесів, що відбуваються у природі, з одного боку, а з іншого боку – формування вмій і навичок організовувати та здійснювати власну самостійну роботу, є експериментально-розрахункові задачі, які можуть виступати у двох іпостасях: як апріорні завдання та як наслідок експериментальних вимірювань параметрів і величин, придатних для складання задач. У цих задачах на базі експериментальних даних необхідно визначити ряд інших параметрів і величин досліджуваного процесу.

При розв'язуванні експериментально-розрахункових задач професійне навчання студентів передбачає реалізацію наступних цілей: 1) навчання студентів складанню експериментальних задач; 2) навчання студентів методиці розв'язування задач такого роду; 3) навчання студентів методиці діяльності учнів при розв'язуванні експериментальних задач; 4) навчання студентів формам, методам і методам організації і здійснення самостійної роботи.

Реалізацію цих цілей необхідно починати на заняттях лабораторно-практичного циклу курсу загальної фізики.

Експериментальні задачі дають можливість відтворювати в навчальному процесі процедуру перевірки наукової гіпотези, що дозволяє реалізувати ідею перевірки наукової гіпотези в експерименті і показати шлях наукового становлення фізичної теорії.

Однією з основних складових оволодіння фізичними знаннями студентами у вищій педагогічній школі є вироблення навиків розв'язування фізичних задач на практичних заняттях.

Це пов'язано з рядом причин:

а) процес розв'язування фізичних задач (ПРФЗ) за своїм характером — це спосіб добування знань;

б) системний підхід до ПРФЗ дозволяє викладачу узагальнити і систематизувати величезну кількість фактичного матеріалу. Розв'язуючи логічно побудований ряд задач, студент чіткіше уловлює стрижневі ідеї досліджуваного кола питань;

в) системний підхід в організації ПРФЗ дозволяє ознайомити студентів з найбільш загальними прийомами і методами розв'язування традиційних фізичних задач, а потім виробити алгоритмічний підхід до розв'язування задач;

г) залишається актуальною проблема складної, нетрадиційної задачі, тобто задачі, що, з одного боку, як би не виходить за межі звичайної програми, але, з іншого боку, припускає при її розв'язуванні нетиповий підхід. Дійсно, розв'язування більшості так званих “важких” задач цілком залежить як від розуміння студентами суті фізичного явища, так і від їхньої математичної підготовленості. Відмітимо, що спроби розв'язування задач, контрольних завдань, одержання рецензованих відповідей є сильним стимулом для студентів у їхній подальшій роботі над більш складними задачами, змушує студентів вивчати додатковий матеріал. Придбання навичок аналізу нетрадиційних задач, найчастіше їхнього розчленовування на складені “міні” задачі і правильного вибору відповідних алгоритмів стає основною задачею ПРФЗ даного рівня. Таким чином, ПРФЗ, поставлений на високий рівень, припускає придбання навичок аналізу, уміння розв'язувати нетрадиційні задачі. Ці навички надалі допомагають студентам справитися з більш складними задачами в різних ситуаціях. Від викладача потрібно лише організувати ПРФЗ, підтримати інтерес студентів, направити їхній творчий інтерес, вчасно допомогти в подоланні виникаючих труднощів, підказати, вказати потрібну літературу.

В зв'язку з вище зазначеним ми пропонуємо наступну систему організації практично-лабораторних занять курсу загальної фізики.

1. Виконання лабораторної роботи на лабораторному практикумі. У відповідності до критеріїв діагностики рівня знань студентів при виконанні та аналізі лабораторних робіт при підготовці до лабораторної роботи та при її виконанні студенти повинні дотримуватися таких положень критеріїв: 1) як називається робота?; чим це обумовлено?; 2) основна мета роботи: а) що вяснити; б) що підтвердити; в) в чому переконатися; 3) фізичні закономірності та процеси, що характеризують дану лабораторну роботу; 4) основні характеристики та параметри, що знімаються та вимірюються в ході роботи; їх фізичний зміст; 5) спосіб вимірювання параметрів та хід роботи; якими способами досягається розв'язання завдань в роботі; 6) навіщо потрібні вимірювання та знання характеристик і параметрів; 7) розрахунок похибок вимірювання [1].
2. Одержання експериментальних даних. Перевірка їх достовірності. Оформлення результатів лабораторної роботи: 1) розрахунок похибок вимірювань; 2) написання висновків.
3. Складання групи розрахункових завдань, які за змістом пов'язані з лабораторною роботою.
4. Формування задач за експериментальними параметрами.
5. Розв'язування задач на практичному занятті з використанням експериментальних даних, які були одержані при виконанні лабораторної роботи.
6. Порівняння результатів розв'язування задач на практичному занятті і експериментальних результатів лабораторної роботи.

Як приклад розглянемо лабораторну роботу по вивченню обертального руху твердого тіла та створену на її основі групу розрахункових задач.

Назва лабораторної роботи: “Вивчення законів обертального руху твердого тіла за допомогою маятника Обербека.” [2].

Основна мета лабораторної роботи полягає в:

- 1) перевірки основного закону динаміки обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.
 - 2) вивченні залежності кутового прискорення від зміни обертального моменту та моменту інерції.
- Фізичні закономірності та процеси, що вивчаються в ході лабораторної роботи.*

Рівняння руху обертового твердого тіла $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$ навколо нерухомої осі Ox , що проходить через

точку, має вигляд $M_x = I_x \varepsilon$, (1)

де \vec{L} – момент імпульсу тіла і зовнішніх сил відносно довільної точки O ; M_x – проекція моменту зовнішніх сил на вісь Ox ; I_x – момент інерції тіла відносно осі Ox ; ε – кутове прискорення.

Обертальний момент $M_x = Fr$. Якщо до твердого тіла, момент інерції якого залишається сталою величиною, прикладені різні обертальні моменти, то

$$\frac{M_1}{\varepsilon_1} = \frac{M_2}{\varepsilon_2} = \text{const}. \quad (2)$$

Рівність (2) дає змогу перевірити основний закон динаміки обертального руху твердого тіла.

Залежність кутового прискорення від зміни обертального моменту та моменту інерції можна вивчити за допомогою хрестоподібного маятника Обербека.

На стержнях хрестовини закріплюють тягарці однакової маси m_2 . Під дією ваги важків масою m_1 нитка, попередньо намотана на шків радіуса r , розмотується. При цьому вантаж опускається з прискоренням і приводить в обертальний рух маятник.

$$F = m_1 g - m_1 a,$$

де m_1 – маса важків, прикріплених до нитки, яку намотують на шків маятника. Сила, під дією якої маятник приводиться в обертальний рух, дорівнює натягу нитки F , а її момент $M = m_1 r (g - a)$.

Прискорення a можна визначити, якщо відомий час t , протягом якого важки на нитці опускаються з

висоти h : $a = \frac{2h}{t^2}$. (3)

Тоді $M = m_1 r \left(g - \frac{2h}{t^2} \right)$. (4)

Кутове прискорення маятника обчислюється за формулою $a = \varepsilon r$, звідки

$$\varepsilon = \frac{2h}{rt^2}. \quad (5)$$

$$\text{Момент інерції хрестовини маятника } I_0 = 2 \frac{1}{12} m_0 l^2, \quad (6)$$

де m_0 – маса стержня, l – довжина частини АВ хрестовини.

Момент інерції маятника дорівнює сумі моментів інерції хрестовини і тягарців, маса яких m_2 :

$$I = I_0 + 4m_2 R^2, \quad (7)$$

якщо розміри тягарців $l_0 \ll R$, де R – відстань від осі обертання до центра мас тягарців.

Порядок виконання лабораторної роботи.

1. Виміряти довжину частини АВ хрестовини маятника l . Визначити масу одного стержня. За формулою (6) обчислити момент інерції хрестовини I_0 .
2. Закріпити тягарці на стержнях на однакових відстанях R_1 від осі обертання. За формулою (7) обчислити момент інерції маятника I .
3. Штангенциркулем виміряти радіус шківа r , на який намотують нитку.
4. Підвісити важки масою m_1 на намотану на шків нитку. Відпустити маятник і зафіксувати час t опускання важків з висоти h . Досліди повторити 3 рази. Для кожного з дослідів за формулами (4) і (5) обчислити M_1, ε_1 .
5. Збільшити масу важків на нитці. Виконати вимірювання, вказані в п. 4. Обчислити M_2, ε_2 .
6. За рівністю (2) перевірити основний закон динаміки обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.
7. З рівняння (1) за визначеними M_i, ε_i ($i=1,2,3$) обчислити середнє значення моменту інерції системи і порівняти його зі значенням, обчисленим за формулою (7).
8. Закріпити тягарці на стержнях на однакових відстанях R_2 від осі обертання. Визначити момент інерції маятника за формулою (7). Зробити висновок про характер зміни моменту інерції маятника.

Оформлення результатів лабораторної роботи.

Виміряли параметри маятника Обербека: 1) $m_0=0,392$ кг; 2) $l=0,58$ м; 3) $m_2=0,530$ кг; 4) $r=0,023$ м.

№ п/п	R, м	m_1 , кг	h, м	t, с	M, Н·м	ε , рад/с ²
1	0,255	0,25	1	16,40	0,056	0,323
2	0,255	0,25	1	16,25	0,056	0,329

3	0,255	0,25	1	16,30	0,056	0,327
				16,32	0,056	0,326
1	0,255	0,50	1	11,80	0,113	0,625
2	0,255	0,50	1	11,39	0,113	0,670
3	0,255	0,50	1	11,50	0,113	0,658
				11,56	0,113	0,651
1	0,120	0,25	1	9,27	0,056	1,012
2	0,120	0,25	1	9,37	0,056	0,990
3	0,120	0,25	1	9,57	0,056	0,949
				9,40	0,056	0,984
1	0,120	0,50	1	6,67	0,112	1,955
2	0,120	0,50	1	6,64	0,112	1,972
3	0,120	0,50	1	6,60	0,112	1,996
				6,64	0,112	1,974

Обчислили момент інерції хрестовини I_0 : $I_0 = 2 \frac{1}{12} 0,392 \text{ кг} \cdot (0,58 \text{ м})^2 = 21,98 \cdot 10^{-3} (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$.

Обчислили момент інерції маятника I :

а) при $R_1=0,255$ м: $I_1 = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 + 4 \cdot 0,53 \text{ кг} \cdot (0,255 \text{ м})^2 = 159,8 \cdot 10^{-3} (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$.

б) при $R_2=0,12$ м: $I_2 = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 + 4 \cdot 0,53 \text{ кг} \cdot (0,12 \text{ м})^2 = 52,51 \cdot 10^{-3} (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$.

Перевірили основний закон динаміки обертового руху твердого тіла навколо нерухомої осі: а) при

$R_1=0,255$ м: $\frac{M_1}{\varepsilon_1} = \frac{0,056 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,326 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}} \approx 0,17 (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$; $\frac{M_2}{\varepsilon_2} = \frac{0,113 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,651 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}} \approx 0,17 (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$. Тобто

$$\frac{M_1}{\varepsilon_1} = \frac{M_2}{\varepsilon_2} = 0,17 = \text{const}.$$

б) при $R_2=0,12$ м: $\frac{M_3}{\varepsilon_3} = \frac{0,056 \text{ Н} \cdot \text{м}}{0,984 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}} \approx 0,057 (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$; $\frac{M_4}{\varepsilon_4} = \frac{0,1122 \text{ Н} \cdot \text{м}}{1,974 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}} \approx 0,057 (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$.

Тобто $\frac{M_3}{\varepsilon_3} = \frac{M_4}{\varepsilon_4} = 0,057 = \text{const}$.

Обчислення похибок вимірювання:

1) Моменту інерції хрестовини:

$$\varepsilon = \pm \frac{\Delta I_0}{I_0} = \pm \sqrt{\left(\frac{\Delta m_0}{m_0}\right)^2 + 2\left(\frac{\Delta l}{l}\right)^2} = \pm \sqrt{\left(\frac{0,001}{0,392}\right)^2 + 2\left(\frac{0,001}{0,580}\right)^2} = 0,0035 ;$$

$$\Delta I_0 = \varepsilon \cdot I_0 = 0,0035 \cdot 0,02198 = 8 \cdot 10^{-5} (\text{кг} \cdot \text{м}^2); I_0 = (21,98 \pm 0,08) \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \varepsilon = 0,35 \%$$

2) Аналогічно, моменту інерції маятника при $R_1=0,255$:

$$\varepsilon = \pm \frac{\Delta I_1}{I_1} = \pm \sqrt{\left(\frac{0,001}{0,392}\right)^2 + 2\left(\frac{0,001}{0,580}\right)^2 + \left(\frac{0,001}{0,580}\right)^2 + 2\left(\frac{0,001}{0,255}\right)^2} = \pm 0,0072 ;$$

$$\Delta I_1 = \varepsilon \cdot I_1 = 0,0072 \cdot 0,1598 = 12 \cdot 10^{-4} (\text{кг} \cdot \text{м}^2); I_1 = (15,98 \pm 0,12) \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \varepsilon = 0,72 \%$$

3) Аналогічно, моменту інерції маятника при $R_2=0,12$ м:

$$\varepsilon = \pm \frac{\Delta I_2}{I_2} = \pm \sqrt{\left(\frac{0,001}{0,392}\right)^2 + 2\left(\frac{0,001}{0,580}\right)^2 + \left(\frac{0,001}{0,580}\right)^2 + 2\left(\frac{0,001}{0,120}\right)^2} = \pm 0,01266 ;$$

$$\Delta I_2 = \varepsilon \cdot I_2 = 0,01266 \cdot 0,053 = 6,7 \cdot 10^{-4} (\text{кг} \cdot \text{м}^2); I_2 = (52,51 \pm 0,67) \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2; \varepsilon = 1,27 \%$$

4) Моменту сили M , під дією якої маятник обертається навколо нерухомої осі:

а) моменту сили M_1 для $m_1=0,25$ кг при $R=0,255$ м:

$$\Delta M_1 = \varepsilon \cdot M_{1cp} = 0,004658 \cdot 0,056 = 3 \cdot 10^{-4} (\text{Н} \cdot \text{м}); M_1 = (56,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}; \varepsilon = 0,47 \%$$

б) Аналогічно, моменту сили M_2 для $m_1=0,50$ кг при $R=0,255$ м:

$$\Delta M_2 = \varepsilon \cdot M_{2cp} = 0,002258 \cdot 0,113 = 2,55 \cdot 10^{-4} \text{ (Н}\cdot\text{м)}; M_1 = (113,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}; \varepsilon = 0,47 \%$$

в) моменту сили M_3 для $m_1=0,25$ кг при $R=0,12$ м:

$$\Delta M_3 = \varepsilon \cdot M_{3cp} = 0,004658 \cdot 0,056 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ (Н}\cdot\text{м)}; M_1 = (56,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}; \varepsilon = 0,47 \%$$

г) моменту сили M_4 для $m_1=0,50$ кг при $R=0,12$ м:

$$\Delta M_4 = \varepsilon \cdot M_{4cp} = 0,002258 \cdot 0,112 = 25 \cdot 10^{-4} \text{ (Н}\cdot\text{м)}; M_1 = (112,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}; \varepsilon = 0,47 \%$$

5) Кутового прискорення маятника:

а) ε_1 для $m_1=0,25$ кг при $R=0,255$ м: $\Delta \varepsilon_1 = \varepsilon \cdot \varepsilon_{1cp} = 0,001049 \cdot 0,326 = 3,4 \cdot 10^{-4}$ (рад/с²);

$$\varepsilon_1 = (326,0 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} \text{ рад/с}^2; \varepsilon = 0,1 \%$$

б) ε_2 для $m_1=0,50$ кг при $R=0,255$ м:

$$\Delta \varepsilon_2 = \varepsilon \cdot \varepsilon_{2cp} = 0,001049 \cdot 0,651 = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ (рад/с}^2); \varepsilon_2 = (651,0 \pm 0,7) \cdot 10^{-3} \text{ рад/с}^2; \varepsilon = 0,1 \%$$

в) ε_3 для $m_1=0,25$ кг при $R=0,12$ м:

$$\Delta \varepsilon_3 = \varepsilon \cdot \varepsilon_{3cp} = 0,001049 \cdot 0,984 = 10,3 \cdot 10^{-4} \text{ (рад/с}^2); \varepsilon_3 = (98,4 \pm 0,1) \cdot 10^{-2} \text{ рад/с}^2; \varepsilon = 0,1 \%$$

г) ε_4 для $m_1=0,50$ кг при $R=0,12$ м:

$$\Delta \varepsilon_4 = \varepsilon \cdot \varepsilon_{4cp} = 0,001049 \cdot 1,974 = 20,7 \cdot 10^{-4} \text{ (рад/с}^2); \varepsilon_4 = (197,4 \pm 0,2) \cdot 10^{-2} \text{ рад/с}^2; \varepsilon = 0,1 \%$$

Похибки вимірювання:

а) мас: $\Delta m_0 = \Delta m_1 = \Delta m_2 = 1 \cdot 10^{-3}$ кг; б) лінійних розмірів: $\Delta l = \Delta h = \Delta R = 1 \cdot 10^{-3}$ м; в) діаметра: $\Delta r = 5 \cdot 10^{-5}$; г) проміжків часу: $\Delta t = 1 \cdot 10^{-3}$ с.

Висновки.

В результаті виконання лабораторної роботи:

а) перевірили та підтвердили основний закон динаміки обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі; б) встановили, що зі зменшенням відстані від осі обертання маятника до центра мас важків, розташованих на осях хрестовини, момент інерції маятника також зменшується. Це підтверджує відповідні теоретичні положення.

Складання групи розрахункових завдань, які за змістом пов'язані з лабораторною роботою.

- На хрестовині маятника Обербека закріплено чотири тягарці масою m_2 кожний на відстані R_1 від осі обертання. Маса кожного стержня m_0 . Довжина частини AB хрестовини l . Радіус шківів, на який намотують нитку, r .
 - Обчислити момент інерції хрестовини I_0 .
 - Обчислити момент інерції маятника I_1 .
- Важки масою m_1 , прикріплені до кінця нитки, намотаної на шків, опустилися з висоти h за час t_1 . Необхідно обчислити: а) момент сили M_1 , під дією якої маятник приводиться в обертання; б) кутове прискорення обертання маятника ε_1 ; в) прискорення a_1 , з яким опускаються важки масою m_1 .
- Важки масою $2m_1$, прикріплені до кінця нитки, намотаної на шків, опустилися з висоти h за час t_2 . Необхідно обчислити: а) момент сили M_2 , під дією якої маятник приводиться в обертання; б) кутове прискорення обертання маятника ε_2 ; в) прискорення a_2 , з яким опускаються важки масою $2m_1$.
- За рівністю $\frac{M_1}{\varepsilon_1} = \frac{M_2}{\varepsilon_2} = const$ перевірити основний закон динаміки обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.
- З рівняння $M = I\varepsilon$ за визначеними $M_1, \varepsilon_1, M_2, \varepsilon_2$ обчислити середнє значення моменту інерції маятника I_1 і порівняти його з моментом інерції маятника I_1 , обчисленим в задачі №1 (б).
- На хрестовині маятника Обербека закріпили чотири тягарці масою m_2 кожний на відстані R_2 ($R_2 > R_1$).
 - обчислити момент інерції маятника I_2 .
- Важки масою m_1 , прикріплені до кінця нитки, намотаної на шків, опустилися з висоти h за час t_3 .
 - Обчислити момент сили M_3 , під дією якої маятник приводиться в обертання.
 - Обчислити кутове прискорення обертання маятника ε_3 .
 - Обчислити прискорення a_3 , з яким опускаються важки масою m_1 .
- Важки масою $2m_1$, прикріплені до кінця нитки, намотаної на шків, опустилися з висоти h за час t_4 .
 - Обчислити момент сили M_4 , під дією якої маятник приводиться в обертання.
 - Обчислити кутове прискорення обертання маятника ε_4 .
 - Обчислити прискорення a_4 , з яким опускаються важки масою $2m_1$.
- За рівністю $\frac{M_3}{\varepsilon_3} = \frac{M_4}{\varepsilon_4} = const$ перевірити основний закон динаміки обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.
- З рівняння $M = I\varepsilon$ за визначеними $M_3, \varepsilon_3, M_4, \varepsilon_4$ обчислити середнє значення моменту інерції маятника I_2 і порівняти його з моментом інерції маятника I_2 , обчисленим в задачі №1 (б).

11. Зробити висновки: а) про характер зміни моменту інерції маятника зі зміною відстані тягарців на хрестовині від осі обертання; б) про перевірку основного закону динаміки обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.

Література

1. Касперський А.В. Система формування знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічній школах. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова.– 2002.– 325 с.
2. Загальна фізика: Лабораторний практикум.: Навч. посібник /За заг. ред. І.Т.Горбачука. – К.: Вища школа, 1992. – С. 72-73.

Меняйлов С.М.
Національний авіаційний університет,
М.Київ

Використання комп'ютерного класу при вивченні загального курсу фізики у вищих технічних навчальних закладах

Ще декілька років тому комп'ютер був рідкісним явищем у нашому побуті і роботі, доступ до нього мали і вміли працювати лише окремі спеціалісти та ентузіасти. Зараз ми спостерігаємо вражаючі темпи поширення, удосконалення і, що досить важливо, здешевлення комп'ютерної техніки та програмного забезпечення. Комп'ютер стає більш дешевим і доступним ніж більшість іншого обладнання лабораторії загальної фізики. Але проблема полягає у тому, що досвідчені викладачі, як правило, не є спеціалістами в галузі техніки і, навпаки, комп'ютерні спеціалісти не знають фізики, а тим більше методики викладання фізики. Це породжує або гарні програми з прикрими фізичними помилками, або розрізнені, іноді любительські, спроби викладачів фізичних кафедр створити свій власний продукт.

Перші розробки у галузі використання обчислювальної техніки і калькуляторів у навчальному процесі були створені досить давно, але техніка розвивалася такими темпами, що вони ставали морально застарілими навіть до впровадження в дію. Зараз операційна система та програми і програмні оболонки є досить стабільними і сумісними, що дозволяє широко використовувати світовий досвід розробки навчальних програм.

Ряд дисциплін випередили фізику у впровадженні комп'ютерної техніки у навчальний процес (інформатика, економіка, фінанси тощо), тому знайомство з навчальними посібниками інших дисциплін [1,2] є цікавим і повчальним. Багато розробок з методики фізики стосуються лабораторних робіт [3,4]. Приділяється увага цьому питанню і на наукових конференціях з методики фізики [5]. Можна звернутися до солідних іноземних праць [6] або спробувати знайти щось цікаве у Інтернеті. Але це все не позбавляє від необхідності пристосовування імпортованих розробок до власних потреб конкретної фізичної кафедри. Тим більше, що на часі завдання ефективного використання не окремого комп'ютера, а локальної комп'ютерної мережі, що розширюється.

Таким чином важливе практичне завдання полягає у створенні стратегії використання наявної комп'ютерної техніки, що дозволить компенсувати нестачу реальних лабораторних приладів та обмежену кількість підручників і методичних посібників у бібліотеці, а також виконувати ряд інших важливих функцій. Ціллю статті є узагальнення існуючих методик та їх подальший розвиток, а також оптимізація і розширення можливостей застосування комп'ютерного класу на кафедрі загальної фізики.

Комп'ютерні технології навчання лежать на стику наук, здавалося б, віддалених від явища навчання. Вони повинні створюватися з урахуванням сучасних представлень про мислення у філософії, у психології, у фізіології, у логіці й інформатиці. Вихідним поштовхом для розробок нових комп'ютерних технологій навчання можуть стати, не тільки можливості сучасної комп'ютерної техніки, але і розуміння, зв'язані з кожною з зазначених наук. Комп'ютерні технології не можуть розглядатися поза зв'язком із сучасними дидактичними підходами до навчання.

Навчання на основі комп'ютерних технологій створює умови для ефективного прояву фундаментальних закономірностей мислення, оптимізує пізнавальний процес. Зв'язано це з тим, що стає можливим вносити в систему знань істотно більше загальних носіїв інформації, реалізувати переробку інформації паралельно на підсвідомому і свідомому рівнях одночасно. Фактором, що дозволяє це зробити, є візуалізація основних математичних і фізичних понять, процесів і явищ за допомогою комп'ютера.

Розглянемо типи комп'ютерних технологій, придатних для використання у навчальному процесі з урахуванням сучасних принципів розвитку системи освіти України.

Технологія комп'ютерних демонстрацій.

Основним достоїнством цієї технології є те, що вона може органічно вписатися в будь-яке заняття і ефективно допомогти викладачу і учню. Другою немаловажною обставиною є те, що вона не потребує великої кількості комп'ютерів.

Лабораторно-комп'ютерний практикум.

Ця технологія більш трудомістка і потребує спеціальної підготовки. Необхідна наявність комп'ютерного класу. Оскільки в принципах розвитку системи освіти закладена активна діяльність учня чи