

В.П. Вовкотруб, Н.В. Подопригора

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

МОДЕРНІЗАЦІЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І МЕТОДІВ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З МЕХАНІКИ

В статті порушується проблема удосконалення змісту, методів виконання і матеріального забезпечення лабораторних робіт з фізики, запропоновані доробки обґрунтовуються на прикладі удосконалення лабораторної роботи з механіки.

Ключові слова: лабораторні роботи, ергономічні вимоги, електронні засоби.

Відповідно з ергономічним підходом до розвитку навчального фізичного експерименту важливо відмітити необхідність відповідності кожного виду навчального експерименту ергономічним вимогам, які складають: дидактичні, антропометричні, гігієнічні, психофізіологічні, економічні, естетичні, технічні. Зокрема дидактичні вимоги передбачають забезпечення відображення експериментом найголовнішого – простоту його інтерпретації, разом широке запровадження кількісних вимірювань тощо. Порівняльний аналіз свідчить про наявність невідповідності ряду експериментальних завдань таким вимогам. Разом такі завдання також не відповідають принципам класифікації системи навчального фізичного експерименту за змістом, метою і методами виконання [2], де зокрема відмічено, що при виконанні фронтальних лабораторних робіт якісно, або кількісно вивчають явища, процеси, умови їх перебігу і функціонування, виявляють та оцінюють властивості і параметри, дають якісну оцінку результатам та наслідкам. Також перевіряють фізичні закони, формулюють найзагальніші висновки, формують загальні практичні вміння. Залишається проблемним питання визначення мети робіт. Ми дотримуємось точки зору, відповідно до якої основною метою фронтальної лабораторної роботи обов'язково повинно бути експериментальне відображення теоретичних основ навчального матеріалу, вивчення й дослідження суті явищ та формування практичних вмінь.

Завдання вивчення і встановлення кількісних закономірностей – важливий елемент як з точки зору відповідності експерименту дидактичному принципу науковості, а також як чинник формування основних практичних вмінь.

Досить вагомою і суттєвою є взаповідповідність інтерпретації побаченого з методами і результатами кількісних вимірювань. Так, наприклад, при експериментальній перевірці закону Ома для ділянки кола однозначно оцінюється значення певного параметру, наприклад, сили струму в колі з певним опором як за розрахунками, так і за результатами вимірювань. Цьому сприяє достатня відповідність конструкційних характеристик обладнання – забезпечення прямих вимірювань сили струму і напруги та використання відомого опору.

Разом в системі навчального фізичного експерименту ще зустрічаються окремі варіанти демонстраційних дослідів і експериментальних завдань, зміст яких не забезпечує реалізації визначених вище вимог і принципів.

Вони характерні тим, що результати, одержані учнями, не піддаються якісній перевірці та об'єктивній оцінці. Найбільшою мірою це пов'язано з методами вимірювання часу руху тіла. Секундомір вмикають і вимикають учні, але для порівняно малих проміжків часу це пов'язано із значними похибками. З метою порівняння результатів вчитель доповнює завдання вимогою виконання роботи кожною ланкою за однакових умов, але таке порівняння учні виконують раніше й коректують значення вимірювань.

Для вирішення проблем ми розробили, виготовили комплект універсальних пристроїв, що складають: пускові електромагніти, кінцеві контактні датчики, лабораторні лічильники-секундомір СИЛ-1, або саморобні і ряд інших [1, розділ 6]. Разом для диференціації завдань різним ланкам визначаються різні параметри і початкові умови до виконання завдання, що забезпечується відбором відповідного обладнання і внесенням до інструктивних матеріалів необхідних даних. Одержані результати порівнюються з ретельно визначеними раніше.

Якщо не вжити відповідних заходів до організації і виконання переважної більшості лабораторних робіт, то вагома частина експериментальних завдань таких робіт зводиться

до відпрацювання учнями, наприклад, хисту ввімкнення й вимкнення секундоміра, а суть основної мети губиться.

Характерною в даному відношенні є лабораторна робота дослідження руху тіла, кинутого горизонтально. Її зміст складають порівняно широке коло завдань, розв'язання яких потребує затрат значного часу за умов організації і постановки роботи у варіантах, наведених в будь-якому з навчальних підручників чи посібників, що також відмічено в останніх рекомендаціях [3].

Досить суттєвим завданням виконання даної роботи залишається фіксація траєкторії руху тіла (кульки). Варіанти змащування кульки барвником чи вазеліном пов'язані з порушеннями вимог гігієнічного і психологічного ергономічних показників. Запропонований варіант без фіксації траєкторії надто громіздкий за значної кількості другорядних дій і визначень, не передбачених основною метою роботи.

Отже, комплексне дослідження руху тіла, кинутого горизонтально потребує адекватного комплексного підходу до відбору матеріального забезпечення та відповідності дидактичним принципам і вимогам ергономіки. Щодо останніх вимог наявність ряду доробок забезпечують комплексне розв'язання визначених вище проблем [4].

Для удосконалення лабораторної роботи нами використані окремі універсальні електронні засоби та спеціально виготовлена експериментальна установка, в якій важлива роль належить використанню магнічного планшета.

В цілому в установці збережено ідею використання похилої площини, на якій досліджуються закономірності прискореного руху кульки в полі тяжіння. Але на відміну варіантів, описаних у посібниках, в запропонованому варіанті установки забезпечено зміну та фіксування кута нахилу робочої поверхні площадки-основи до горизонту.

Для виготовлення площадки-основи експериментальної установки використано дві фанерні або пластикові площадки: нижня 1 розмірами 35 x 40 см, верхня 2 – 30 x 40 см. Для цього знизу до верхньої площадки прикріплені дві шпильки 3 довжиною 15 мм з різьбою М4, які виступають за бічні поверхні (рис. 1).

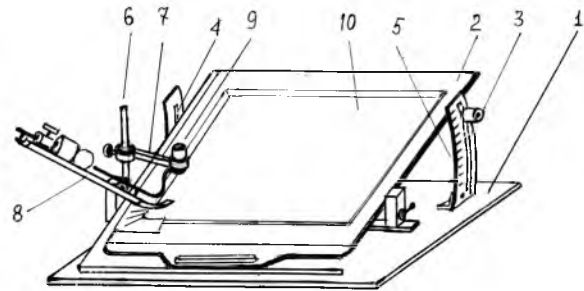


Рис. 1

Вони вставлені у вирізи направляючих планок 4, закріплені на горизонтальній площадці-основі. На кінці шпильки нагвинчені гайки, за допомогою яких похила поверхня фіксується в направляючих. Кут нахилу виставляється і визначається за градусною шкалою 5, нанесеною на направляючих.

Зліва площадки-основи на стержні штативу 6, закріплено кінець кронштейна 7. На іншому кінці кронштейна у втулці закріплено лоток для пуску кульки 8. Вертикальна вісь втулки перетинає траєкторію руху кульки. Верхній гвинт 9 на втулці призначений для фіксування лотка за обраними кутами до нижньої сторони робочої поверхні (до горизонталі) за відповідною градусною шкалою. Для цього

знизу до опущеного кінця лотка прикріплено стрілку, що вказує на шкалу. Близьче до верхнього кінця на лотку знаходиться пусковий електромагніт, який можна переміщувати і фіксувати вздовж половини довжини верхньої частини лотка, змінюючи тим самим висоту початкового положення кульки. В якості електромагніту використано котушку з осердям від комплекту для складання лабораторного електромагнітного реле, або комплекту для складання електродзвінка. Для живлення використовується джерело постійного струму напругою 4 В.

Нами використано магічний планшет 10, робоче поле якого має розміри 15x20 см. Він кладеться на похилу поверхню приладу так, щоб сторона з віссю обертання відкидної рамки знаходилась біля передньої сторони приладу. Цим забезпечується зручне «стирання» зображень на планшеті, не знімаючи останнього і не відводячи лоток. На бокові і передню сторони відкидної рамки нанесено міліметрові шкали, а біля нижнього лівого кута – шкалу, проградуйовану в градусах.

Фіксування траєкторії на робочій поверхні планшета здійснюється яскраво і чітко. Разом з тим експериментатор має змогу виконувати помітки, креслення, записи (нумерування траєкторій) відповідно до порядку виконання, вибору різних кутів кидання чи нахилу тощо. Для зручності виконання необхідних додаткових креслень планшет легко знімається з площадки-основи.

Можливий варіант збирання установки без площадки-основи шляхом використання трьох-чотирьох штативів, що можливо для постановки роботи в якості фізичного практикуму. Проте при її складанні учнями виникають значні труднощі, пов'язані з витратами часу і особливо забезпечення контролю за перебігом процесу, відповідні ж рекомендації в інструктивних матеріалах до роботи також є надто громіздкими.

На жаль лабораторні електронні секундоміри, запропоновані фізичним кабінетам, не укомплектовані датчиками і конструктивно цього не передбачено. Тому для фіксування часу руху кульки нами використано саморобний електронний лічильник-секундомір. Для ввімкнення і вимкнення секундоміра використовується фотодатчик. Він вмикається до входу секундоміра через модуль формувача імпульсів (запобігаючи деренчанням контактів) і одновібратор. Останній забезпечує почергове ввімкнення і вимкнення секундоміра з кожним черговим імпульсом, що надходить до його входу. За відсутності одновібратора використовують два фотодатчики.

Розроблений і виготовлений нами фотодатчик працює в інфрачервоному діапазоні. Відповідно до положення перемикача, встановленого на корпусі фотоприймача, фотодатчик вмикає секундомір або при затемненому фотоприймачі, або при освітленому. В даній установці фотовипромінювач і фотоприймач розташовують один проти одного біля бічних граней робочої поверхні так, щоб кулька перекривала промінь, досягнувши поверхні планшета. При першому перекриванні на початку руху відбувається вмикання секундоміра, а при другому, в кінці траєкторії – вимкнення. Переміщуючи елементи фотодатчика паралельно вздовж бічних сторін, виділяють ділянку траєкторії для вимірювання часу руху кульки вздовж неї.

Для електроживлення всіх елементів установки зручно використовувати один модуль – ЛІП-90 модернізований. В монографії [1] детально описано будову, дію, параметри, виготовлення і використання вказаних електронних модулів і пристосувань. Універсальність і багаторазовість використання вказаних пристосувань і модулів засвідчила на користь доцільності компоновки більшості з них окремим модулем – полігоном. Наявність комплекту останніх забезпечує одночасне виконання всіх робіт за програмою фізичного практикуму, а також виконання ряду робіт фронтально. Загальний вид установки з двома фотодатчиками зображено на рис.2.

Наводимо варіант інструкції до виконання роботи.

Вивчення руху тіла, кинутого горизонтально

Обладнання: 1) спеціальна площадка-основа; 2) магічний планшет; 3) кулька; 4) фотодатчики; 5) модуль формувача імпульсів; 6) одновібратор; 7) електронний лічильник-секундомір.

мувача імпульсів; 6) одновібратор; 7) електронний лічильник-секундомір.



Рис. 2

Короткі теоретичні відомості

Траєкторією руху тіла, кинутого горизонтально, є парабола. Для будь-якого моменту часу t руху тіла можна записати:

$$x = \mathfrak{D}_0 t; \quad y = \frac{1}{2} a t^2.$$

Дальність l визначається максимальним значенням координати x , а висота h – максимальним значенням координати y . Тому можна записати:

$$l = \mathfrak{D}_0 t; \quad h = \frac{1}{2} a t^2.$$

Так як переміщення вздовж горизонталі є рівномірним, то горизонтальна складова швидкості визначається за вимірними значеннями координати x і відповідно зафіксованого часу t . За останнім і максимальним значенням координати y визначають складову прискорення вільного падіння a . Визначення останніх величин дозволяє виконати розрахунки і перевірити за траєкторією руху значення і взаємовідношення характеристик руху тіла:

- абсолютне значення швидкості в будь-якій точці траєкторії;
- визначити координати для будь-якого моменту часу руху тіла;
- перевірити справедливості кінематичних рівнянь руху.

В експериментальній установці кулька скочується з відігнутого горизонтально нижнього кінця лотка і попадає біля верхнього кута на похилу поверхню магічного планшета паралельно до горизонтальних сторін. Рухаючись по останньому, кулька залишає чіткий слід. Початок і кінець траєкторії визначається точками її перетину з лінією фотодатчика (лініями фотодатчиків), яка сполучає «вікна» фотовипромінювача (світлодіода) і фотоприймача (фотодіода). Час руху кульки на визначеній ділянці траєкторії фіксується електронним секундоміром, який вмикається і потім вимикається в мить перекривання кулькою випромінювання, що попадає на фотоприймач фотодатчика.

Для виконання додаткових креслень та виконання розрахунків магічний планшет доцільно зняти з похилої площини, запобігаючи випадковому «втиранню» записаної траєкторії.

Хід роботи

Зберіть експериментальну установку за рис. 3. в такій послідовності:

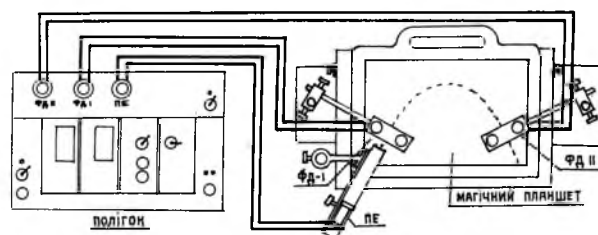


Рис. 3

1. Встановіть лоток для пуску кульки розташувачи відігнутий горизонтально кінець близько до поверхні біля верхнього кута планшета і спрямувавши паралельно до верхньої сторони.

2. Ввімкніть до відповідних гнізд модуля-полігону шнури пускового електромагніту і фотодатчиків.

3. Ввімкніть живлення полігону, зафіксуйте кульку біля якоря електромагніту, а потім натисніть на кнопку «пуск». Регулюванням положення пускового електромагніту на лотку та кута нахилу планшета досягніть запису траєкторії в межах планшета.

4. Відмітьте початок і кінець записаної траєкторії і розташуйте відповідно фотодатчики на висоті біля 5 мм над поверхнею планшета.

5. Знявши магнітний планшет, ліквідуйте виконані на ньому записи шляхом піднімання верхньої кришки і знову встановіть планшет на попереднє місце підставки. Натисканням на відповідну кнопку встановіть нулі на табло секундоміра.

6. Встановіть на лотку кульку і виконайте її пуск.

7. Відмітьте початок і кінець траєкторії за положенням фотодатчиків. Запишіть показання секундоміра.

8. Зніміть магнітний планшет, добувайте координатні прямі, відмітьте три-п'ять точок на траєкторії, опустіть з них перпендикулярні прямі до осей координат.

9. Виміряйте максимальні координати x та y . Розрахуйте горизонтальну складову швидкості руху кульки та складову прискорення вільного падіння.

10. Для визначених точок траєкторії розрахуйте час та абсолютне значення швидкості.

11. Розрахуйте координату y_i для визначених точок за відповідними значеннями часу та розрахованим прискоренням.

12. Виміряйте координати точок y_i , порівняйте значення з розрахованими, зробіть висновки про закономірності руху тіла, кинутого горизонтально.

За варіантом виконання роботи до інструктивних матеріалів доцільно включити кілька наведених нижче додаткових контрольних запитань, специфічних за змістом сто-

совно певних характеристик експериментальної установки та змісту роботи.

Контрольні запитання

1. Який зв'язок між межами визначеної для дослідження ділянки траєкторії і розташуванням фотодатчиків?
2. Чому прискорення руху кульки відрізняється від прискорення вільного падіння?
3. Як експериментально перевірити точність розрахунку часу проходження кулькою для визначених точок траєкторії?
4. Як впливає порушення паралельності розташування нижнього кінця лотка до горизонтальних сторін планшета?

Список використаних джерел:

1. *Вовкотруб В.П.* Ергономічний підхід до розвитку шкільного фізичного експерименту [Монографія]. – К., 2002. – 280 с.
2. *Вовкотруб В.П., Подопригора Н.В.* Удосконалення класифікації видів шкільного фізичного експерименту за змістом, метою і методами виконання // Наукові записки. – Випуск 60. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2005. – Частина 2. – С.175-178.
3. *Кравченко В.П.* Комплексне дослідження руху тіла, кинутого горизонтально // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – №3. – С.17-19.
4. *Подопригора Н.В.* Удосконалення роботи практикуму до вивчення кінематики і динаміки рівноприскореного руху твердого тіла // Наукові записки. – Випуск 51. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2003. – Частина 2. – С.118-121.

In the article the problem of improvement of maintenance, methods of implementation and financial providing of laboratory works is violated from physics, the revisions are offered on the example of improvement of laboratory work from mechanics.

Key words: laboratory works, ergonomics requirements, electronic facilities.

Отримано: 4.05.2006.

УДК 372.853

О.В. Волинко

Інститут педагогіки АПН України, м. Київ

ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ПІДРУЧНИКУ З ФІЗИКИ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

У статті розглянуто проблеми відображення структури та змісту фронтальних лабораторних робіт у підручниках з фізики для основної школи. Автор дає рекомендації щодо вдосконалення організації і проведення цих робіт.

Ключові слова: підручник, основна школа, фронтальна лабораторна робота.

Нині діючий стандарт фізичної освіти спрямовано на реалізацію вимог суспільства щодо рівня загальної освіти громадян України, на збереження єдиного освітнього простору держави, на приведення його у відповідність до вимог Болонського процесу та до процесів інтеграції у світовий освітній простір.

Освітнє значення фізики полягає в тому, що фізика формує і розвиває в учнів необхідну суму наукових знань і умінь, необхідних для розуміння явищ і процесів, що відбуваються у навколишньому світі а також є результатом науково-технічної й технологічної діяльності людини.

Одним з головних завдань фізичної освіти є формування в учнів науково-природничої картини світу, оволодіння процесами логічного мислення, мовою фізики, і на основі цього – оволодіння практичними уміньми та навичками для використання навчального обладнання й засобів вимірювання під час проведення навчальних дослідів і експериментів, вміння зробити правильні висновки, а в цілому – підготовка молодої людини до свідомого вибору професії і майбутньої професійної діяльності.

Стрімкий розвиток науки і техніки викликає потребу у постійному перегляді навчальних програм, адже навчання повинне бути пов'язаним з життям, готувати учнів до прийняття самостійних виражених рішень у будь-якій сфе-

рі професійної чи творчої праці. Не слід забувати і про те, що зміст навчання повинен враховувати вікові особливості учнів, щоб не викликати у них байдужості до знань і відрази до того чи іншого навчального предмета. У цьому розумінні слід зазначити, що переважна більшість підручників з фізики – тих, що використовувалися у минулі роки і до сучасних різною мірою частково перенасичені малодоступною інформацією, про що говорилося у багатьох публікаціях. Враховуючи, що навчання має бути цікавим, не слід забувати того, що цікавим може бути лише те, що зрозуміле. А так, як значна частина учнів сьогодні зорієнтована на свою майбутню діяльність, що мало пов'язана з фізикою та технікою, то слід відібрати лише найбільш істотний матеріал, необхідний для загальноосвітньої підготовки.

Важливе місце у курсі фізики відводиться фізичному експерименту. Фізичний експеримент, як відомо, є визначальним способом навчальної діяльності учня. Фізичний експеримент у широкому розумінні складає органічну частину наукового пізнання. У фізичній науці експеримент є джерелом знань, виступає як важливий висхідний момент у процесі пізнання. Одночасно експеримент – критерій істини отриманих теоретичних знань про природу, він є важливим фактором на завершальному етапі процесу пізнання [5].