

Актуальні питання навчання

УДК 621.317

В.Є. Козлов¹, Ю.В. Козлов²

¹ Національна академія Національної гвардії України, Харків

² Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

ВИЯВЛЕННЯ ЗАЦІКАВЛЕНОСТІ СУБ'ЄКТІВ НАВЧАННЯ У ВИВЧЕННІ МЕТРОЛОГІЇ

Розглянуто методику активізації мислення суб'єктів навчання при вивченні основ метрології. Суб'єктам навчання запропоновано вирішити завдання з вимірювання висоти будівлі за допомогою барометра. Розглянуто шість способів вимірювання: за різницею тисків біля підніжжя та на даху будівлі; за довжиною мотузки, до якої прив'язано барометр, спущений з даху будівлі до поверхні землі; за часом падіння барометра з даху будівлі; за довжиною тіні від барометра та будівлі в сонячний день тощо. Записані рівняння вимірювання, придатні для подальшого аналізу.

Ключові слова: метрологія, навчання.

Аналіз публікацій та постановка проблеми

Одним із найважливіших завдань навчання за Болонською системою є формування і розвиток у суб'єкта навчання (СН) творчого підходу до процесу навчання [1]. У науково-популярному журналі "Наука и жизнь" часів колишнього СРСР у рубриці "По разным поводам – улыбки" була надрукована стаття під назвою "Экзамен" (автор – А. Каландра) – переклад з англійської В. Чернова із книги "Обучение основам естественных наук и математики". Її короткий зміст такий. Автор був запрошений в якості арбітра у суперечці викладача зі студентом, який оскаржував пропонувану йому на екзамені з фізики "двійку". На запитання "Яким чином за допомогою барометра можна виміряти висоту хмарочоса?" він дав таку відповідь: "Візьміть барометр на дах будинку, прив'яжіть його до довгої мотузки, опустіть до землі, потім підніміть і виміряйте довжину мотузки. Це й буде висота хмарочоса". Така відповідь, звичайно, була вірною, але не визначала оцінку за курс фізики. В співбесіді зі студентом виявилось, що він знав відповідь, якої від нього чекав викладач, але йому хотілося відійти від "штампів". Варіанти відповідей студента, які підкреслюють його творчі задатки, будуть розглянуті далі.

Викладене підкреслює **актуальність питання, анотованого у назві статті, та мету статті**: розглянути методику виявлення зацікавленості суб'єктів навчання у вивченні основ метрології.

Виклад основного матеріалу

На початку вивчення основ метрології, незалежно від назви дисципліни, що вивчається, доречно викликати у суб'єктів навчання інтерес до предмет-

ної галузі прикладами вимірювальних завдань типу визначення довжини удава з мультфільму "38 папуг" та їм подібних. В цьому сенсі сформульоване у вступі питання є одним із виграшних.

Почнемо з жартівливого визначення невідомого походження: барометр – дотепний прилад, який показує, яка зараз на дворі погода. Насправді, барометр – прилад для вимірювання атмосферного тиску [2]. Тому очікувана від згаданого вище студента відповідь: висота хмарочоса визначається різницею атмосферних тисків біля підніжжя та на даху будівлі. Барометрична формула, що визначає залежність атмосферного тиску від висоти [3, С. 120], дає змогу записати рівняння вимірювання:

$$H = 18,4 \cdot \lg(p_0/p_H), \quad (1)$$

де p_0 і p_H – атмосферний тиск біля поверхні Землі (підніжжя будівлі) та на висоті H ; висота виражена в кілометрах. Визначити висоту будівлі можна за спрощеною формулою:

$$H = (p_0 - p_H) \cdot \Delta p, \quad (2)$$

де $\Delta p \approx 10,5$ – приблизна ціна в метрах однієї поділки барометра або 1 мм ртутного стовпчика на висоті до 500 м.

Підкреслимо, що такі вимірювання не враховують залежність атмосферного тиску від місця вимірювання, температури повітря і погоди.

Далі розглянемо інші способи, викладені студентом, у порядку їх згадування в тексті статті, цитованої у вступній частині. Відповідь, за яку студент ледь не отримав "двійку", дає вираз:

$$H = L_m + h_6, \quad (3)$$

де L_m – довжина мотузки, h_6 – висота барометра.

Довжину мотузки можна виміряти різними способами, наприклад, намотати мотузку на барабан відомого діаметра і підрахувати кількість повних витків, а залишок виміряти лінійкою.

Друга версія студента в цитаті: “Підніміть барометр на дах будинку й покладіть його на край даху. Тихенько штовхніть його і одночасно включите секундомір, який виключите, почувши удар барометра об асфальт...”.

Висота хмарочоса розраховується за формулою вільного падіння без початкової швидкості [3, С. 50] як

$$H = g \cdot t^2 / 2, \quad (4)$$

де $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; t – час падіння, с.

Формулу (4) можна обговорити, так як сприйняття моменту виключення секундоміра на слух не враховує час приходу звуку удару до даху хмарочоса. Вірніше було б фіксувати момент удару візуально.

Третя версія студента: “...можна взяти барометр у сонячний день і виміряти довжину l_6 тіні, що він дає. Потім треба виміряти довжину L_H тіні від хмарочоса...”.

З подоби трикутників при відомій висоті h_6 барометра висота будівлі визначиться як

$$H = L_H \cdot h_6 / l_6. \quad (5)$$

Четверта версія студента: “...самий ”прямий“ метод вимірювання висоти. Він передбачає підйом на дах хмарочоса похилими сходами. Піднімаючись, робіть відмітки на стіні будівлі – по висоті h_6 барометра. Потім підрахуйте кількість N відміток від підніжжя до даху. Отримаємо висоту хмарочоса в “барометричних” одиницях...”:

$$H = N \cdot h_6. \quad (6)$$

П’ята версія студента: “...можна прив’язати барометр до кінця мотузки і вимусити його коливатися, як маятник. Таким чином можна виміряти прискорення сили тяжіння на рівні підніжжя g_0 і на даху будівлі g_H . За різницею отриманих значень можна в принципі оцінити висоту хмарочоса”.

Цей спосіб передбачає розрахунки виходячи з виразу [3, с. 107]:

$$g_3 / g_H = r_H^2 / r_3^2, \quad (7)$$

де r_H – відстань від центра Землі до даху хмарочоса; $r_3 \approx 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$ – середній радіус Землі; $g_3 \approx g_0$ – прискорення вільного падіння поблизу поверхні Землі. Тоді із (7) виходить

$$r_H^2 = g_3 \cdot r_3^2 / g_H, \quad (8)$$

звідки

$$r_H = r_3 \sqrt{g_3 / g_H}. \quad (9)$$

Можна вважати, що $g_3 \approx 9,81 \text{ м/с}^2$.

Для обчислення g_H використаємо рівняння для періоду коливання математичного маятника [3, с. 220]:

$$T = 2\pi \sqrt{l_M / g_H}. \quad (10)$$

З (10) отримаємо

$$g_H = (2\pi)^2 \cdot l_M / T^2. \quad (11)$$

Тут l_M – довжина математичного маятника; зазвичай беруть $l_M = 1 \text{ м}$.

Період коливання маятника визначається шляхом підрахунку кількості n повних коливань за визначений відрізок часу t :

$$T = t / n. \quad (12)$$

Остаточо

$$H = r_H - r_3. \quad (13)$$

Якщо ввести до розгляду масу барометра, то для обчислення g_H треба використати рівняння для періоду коливання фізичного маятника [3, С. 221] і тоді, після декількох перетворень, отримаємо вираз:

$$g_H = (2\pi)^2 \cdot s_M / T^2, \quad (14)$$

де s_M – довжина фізичного маятника – відстань від точки підвісу до центра маси барометра (дорівнює приблизно $l_M + h_6/2$).

Відстань від центра Землі до даху хмарочоса можна обчислити також за виразом [3, С. 107]:

$$r_H = \sqrt{G \cdot M_3 / g_H}, \quad (15)$$

де $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$ – гравітаційна стала;

$M_3 = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ – маса Землі.

Вирази (7) – (15) справедливі для амплітуди коливань маятника не більш ніж 8° .

Відмітимо, що у підсумку студент отримав “п’ятірку”.

Рівняння (1), (3) – (6), (13) визначають шість способів вимірювання висоти будівлі з використанням барометра. Аналітичні вирази (4) і (5) переписані з першоджерела, згаданого вище в постановчій частині статті, в термінах цієї статті, а інші отримані як результат обговорення з СН поставленого вимірювального завдання на практичних заняттях.

Досвід показує, що ті із суб’єктів навчання, які після установчої лекції могли навести 4 – 5 способів із означених вище, як правило, добре навчалися, успішно закінчили університет і відбулися як фахівці, не обов’язково – метрологи. Доводиться констатувати, що з кожним роком таких стає все менше.

Висновки

Розглянуто методику подання навчального матеріалу з основ метрології, яка може бути застосована для виявлення зацікавленості суб’єктів навчання у вивченні змісту означеної предметної галузі.

Список літератури

1. Болонский процесс [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: pclense.com/giperfeeling.
2. Советский энциклопедический словарь [Текст] / Гл. ред. А.М. Прохоров; редкол.: А.А. Гусев и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1987. – 1600 с.
3. Кухлинг Х. Справочник по физике [Текст] / Х. Кухлинг; пер с нем. под ред. Е.М. Лейкина. – М.: Мир, 1983. – 520 с.

Надійшла до редколегії 18.12.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ СУБЪЕКТОВ ОБУЧЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ МЕТРОЛОГИИ

В.Е. Козлов, Ю.В. Козлов

Рассмотрена методика активизации мышления субъектов обучения при изучении основ метрологии. Субъектам обучения предложено решить задачу измерения высоты здания с помощью барометра. Рассмотрены шесть способов измерения: по разнице давлений у основания и на крыше здания; по длине веревки, к которой привязан барометр, опущенный с крыши здания до поверхности земли; по времени падения барометра с крыши здания; по длине тени, отбрасываемой барометром и зданием в солнечный день, и другие. Записаны уравнения измерения, пригодные для последующего анализа.

Ключевые слова: метрология, обучение.

IDENTIFICATION OF INTEREST SUBJECTS TEACHING IN THE STUDY OF METROLOGY

V.E. Kozlov, Y.V. Kozlov

The method of thinking activation of subjects in the study of learning the basics of metrology. Subjects of study offered to solve the problem of measuring the height of the building using the barometer. Examined six ways to measure: by pressure difference at the base and on the roof; along the length of the rope, which is attached to the barometer, OPU-puppeting from the roof to the ground; by the fall of the barometer from the roof of the building; along the length of the shadow, Drop-scribes the barometer and the building on a sunny day, and others. Recorded measurement equation suitable for follow-present analysis.

Keywords: metrology, training.