

УДК 378.147

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-210-147-151

ПРАВДА Михайло Іванович –
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри фізики
Національного університету «Запорізька політехніка»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5374-5538>
e-mail: pravda@zntu.edu.ua

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ІЗ ФІЗИКИ НА ПРИКЛАДІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ПРОСТИХ ФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Однією з основних цілей лабораторного фізичного практикуму є демонстрація в дії наукового (фізичного) методу дослідження явищ природи, суть якого полягає в поєднанні теоретичної та експериментальної складових. Тобто теоретичні положення, абстраговані від спостережень і попередніх досліджень, підлягають обов'язковій експериментальній перевірці, і лише ті з них, які проходять таку перевірку, стають науковим знанням. Виконуючи певну лабораторну роботу, студент повинен мати змогу на власному досвіді переконатися у справедливості того чи іншого фізичного положення, закону, формули тощо.

З іншого боку, досвід викладання фізики у вищих навчальних закладах показує, що студентські групи неоднорідні за особистим складом, тому в одну групу зазвичай входять студенти із суттєво різним рівнем підготовки та мотивацією до навчання. За цими показниками (рівень підготовки та мотивація) студентів групи (поток) можна умовно поділити на три категорії: 1-а категорія – високий рівень; 2-а категорія – середній рівень; 3-я категорія – низький рівень. Практика доводить, що переважна більшість студентів належить до 3-ї категорії, тобто має низький рівень підготовки та мотивації; до 2-ї категорії із середнім рівнем зазвичай можна віднести 10-15% від загальної кількості студентів групи (поток); і лічені одиниці належать до 1-ї категорії студентів з високим рівнем підготовки та мотивації. На нашу думку, кожен студент, незалежно від його рівня підготовки, повинен мати можливість отримати максимальну користь, яку він може отримати від лабораторного заняття. З цієї точки зору доцільним видається диференційований підхід при постановці завдання до лабораторної роботи, коли завдання складається з кількох експериментальних і теоретичних задач, складність яких поступово зростає.

Метою даної роботи є підвищення якості фізичного освіти шляхом впровадження в навчальний процес диференційованих (поділених за рівнями складності) завдань для лабораторних робіт фізичного практикуму. Розподіл завдань за трьома рівнями складності показано на прикладі двох лабораторних робіт, присвячених вивченню коливань стержня та обруча. На найпростішому рівні пропонується експериментальна перевірка формул для періодів коливань цих тіл; на середньому рівні до першого завдання додається виведення основних формул з додатковим вивченням екстремуму функцій; на високому рівні складності пропонується провести власне дослідження для випадку, коли вісь обертання маятника знаходиться поза його тілом

Ключові слова: лабораторний фізичний практикум, фізичний маятник, точка перегину

PRAVDA Mykhailo Ivanovych –
candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor, Associate Professor of the
Department of Physics
Zaporizhzhia Polytechnic National University
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5374-5538>
e-mail: pravda@zntu.edu.ua

DIFFERENTIATED METHODOLOGY FOR CONDUCTING LABORATORY WORK IN PHYSICS ON EXAMPLE OF OSCILLATION OF SIMPLE PHYSICAL SYSTEMS

One of the main goals of the laboratory physical workshop is to demonstrate in action the scientific (physical) method of studying natural phenomena, the essence of which is a combination of theoretical and experimental components. That is, theoretical propositions abstracted from observations and previous studies are subject to mandatory experimental verification, and only those of them that pass such verification become scientific knowledge. By performing a certain laboratory work, the student should be able to verify the validity of this or that physical position, law, formula, etc., based on his own experience.

On the other hand, the experience of teaching physics in higher educational institutions shows that student groups are not homogeneous in terms of their personal composition, so that one group usually includes students with significantly different levels of training and motivation to study. According to these indicators (level of preparation and motivation), students of the group (stream) can be conditionally divided into three categories: 1st category - high level; 2nd category – middle level; 3rd category - low level. Practice proves that the vast majority of students belong to the 3rd category, that is, they have a low level of preparation and motivation; 10-15% of the total number of students in the group (stream) can usually be attributed to the 2nd category with an average level; and counted units belong to the 1st category of students with a high level of preparation and motivation. In our opinion, every student, regardless of his level of training, should have the opportunity to get the maximum benefit that he can get from a laboratory session. From this point of view, a differentiated approach seems appropriate when setting a task for laboratory work, when the task consists of several experimental and theoretical tasks, the complexity of which gradually increases.

The purpose of this work is to improve the quality of physical education through the introduction into the educational process of differentiated (divided by levels of complexity) tasks for laboratory work of the physical workshop. The distribution of

tasks on three levels of complexity is shown on the example of two laboratory works devoted to the study of vibrations of a rod and a hoop. At the simplest level, an experimental verification of the formulas for the oscillation periods of these bodies is proposed; at the intermediate level, the derivation of the main formulas is added to the first task with an additional study of the extremum of functions; at a high level of complexity, it is suggested to conduct your own research for the case when the axis of rotation of the pendulum is outside his body.

Key words: laboratory physics workshop, physical pendulum, inflection point.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.

Однією з основних цілей лабораторного фізичного практикуму є демонстрація в дії наукового (фізичного) методу дослідження природних явищ, суть якого полягає в поєднанні теоретичної та експериментальної складових. Тобто теоретичні положення, абстраговані із спостережень і попередніх досліджень, підлягають обов'язковій експериментальній перевірці, і лише ті з них, які проходять таку перевірку, стають науковим знанням. Виконуючи певну лабораторну роботу, студент повинен мати змогу на власному досвіді переконатися у справедливості того чи іншого фізичного положення, закону, формули тощо.

З іншого боку досвід викладання фізики у вищих навчальних закладах свідчить про те, що студентські групи за своїм особовим складом не є однорідними, так що в одній групі зазвичай представлені студенти із суттєво різним рівнем підготовки та мотивації до навчання. За цими показниками (рівень підготовки та мотивація) студентів групи (поточку) можна умовно розділити на три категорії: 1-а категорія – високий рівень; 2-а категорія – середній рівень; 3-я категорія – низький рівень. Практика доводить, що переважна більшість студентів належить до 3-ї категорії; до 2-ї категорії зазвичай можна віднести 10 – 15 % від загальної чисельності студентів у групі (поточці); і

до 1-ї категорії студентів із високим рівнем підготовки та мотивації належать лічені одиниці.

На наш погляд кожен студент незалежно від свого рівня підготовки повинен мати можливість отримати від лабораторного заняття максимальну користь, яку він здатен отримати. З цієї точки зору доцільним видається диференційований підхід при постановці завдання до лабораторної роботи, коли завдання складається із кількох експериментальних та теоретичних задач, складність яких поступово збільшується.

Мета статті. Мета даної роботи полягає у підвищенні якості фізичної освіти завдяки впровадженню в навчальний процес диференційованих (розподілених по рівням складності) завдань до лабораторних робіт фізичного практикуму.

Методи дослідження. В роботі використовувався класичний науковий метод дослідження фізичних явищ, який полягає у поєднанні теоретичної та експериментальної компонент.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо диференційовану методику постановки лабораторного завдання на прикладі двох подібних одна до одної лабораторних робіт: “ Коливання стержня ” та “ Коливання обруча ” [1, 229 с.], [2, 215 с.]. Схеми пристроїв для виконання цих робіт представлені на рисунку 1.

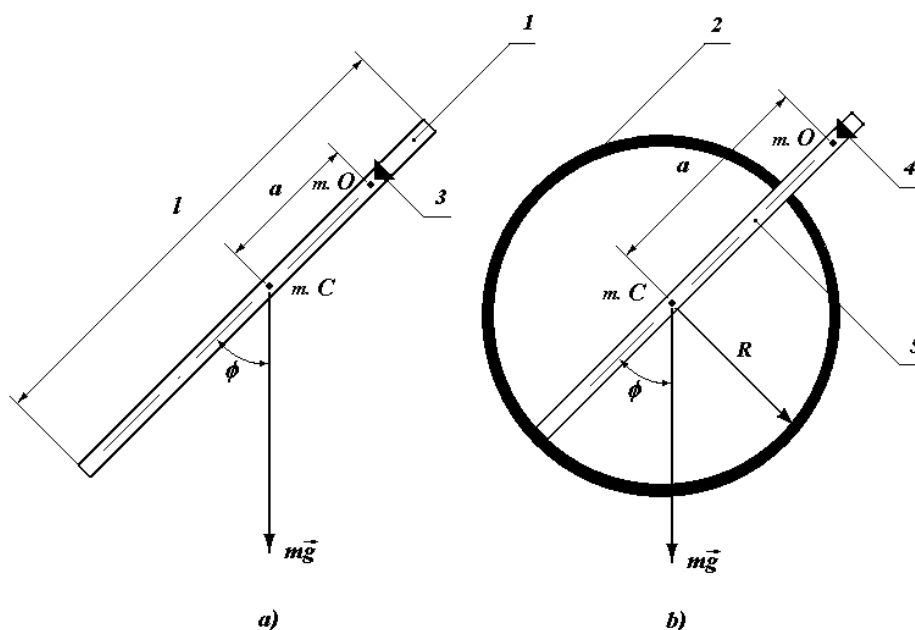


Рис.1 Схеми пристроїв для виконання робіт “ Коливання стержня ” (а) та “ Коливання обруча ” (b)

Пристрої складаються із власне стержня 1 та обруча 2 - масивних металевих тіл; опорних призм 3 та 4, притому опорна призма 3 має можливість пересуватись і фіксуватись у довільній точці на стержні, а опорна призма 4 має можливість пересуватись і фіксуватись у довільній точці допоміжної направляючої 5, закріпленої на обручі уздовж його діаметра. Маса допоміжної направляючої 5 набагато менша за масу самого обруча, так що при розрахунках нею можна знехтувати.

Як стержень, так і обруч є частковими випадками фізичного маятника, період коливань якого визначається відомою формулою:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}}, \quad (1)$$

де I – момент інерції маятника, m – його маса, a – відстань від вісі обертання до центру мас, g – прискорення вільного падіння.

Момент інерції I визначається по теоремі Штейнера:

$$I = I_0 + ma^2, \quad (2)$$

де I_0 – момент інерції маятника відносно осі, що проходить перпендикулярно до площини маятника через його центр, для стержня та обруча відповідно маємо:

$$I_0 = \frac{ml^2}{12}; I_0 = mR^2, \quad (3)$$

де l - довжина стержня, а R - радіус обруча.

Після підстановки (2) та (3) в формулу (1) для періодів коливань стержня та обруча відповідно одержуємо:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{l^2}{12a} + a}; T = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{R^2}{a} + a}. \quad (4)$$

Маючи на увазі головну мету лабораторного практикуму – експериментальну перевірку теоретичних положень, цілком природно в завданнях до цих лабораторних робіт запропонувати експериментально перевірити формули (4) і саме цю задачу пропонується розділити по рівням складності. Всі студенти групи (поток) приступають до виконання завдань роботи починаючи із найпростішого рівня і просуваються в цьому настільки, наскільки їм це дозволяє їх рівень підготовки та мотивації.

3-й рівень складності (найпростіший). Для цього рівня цілком достатньо розрахувати теоретичні значення періоду при певних значеннях параметру a за однією із формул (4); при тих самих значеннях параметру a виміряти ці періоди експериментально та порівняти теоретичний та експериментальний графіки залежності $T = f(a)$, побудувавши їх на одному полі. При ретельному виконанні розрахунків та вимірювань теоретичний та експериментальний графіки залежності $T = f(a)$ практично співпадають (рис.2).

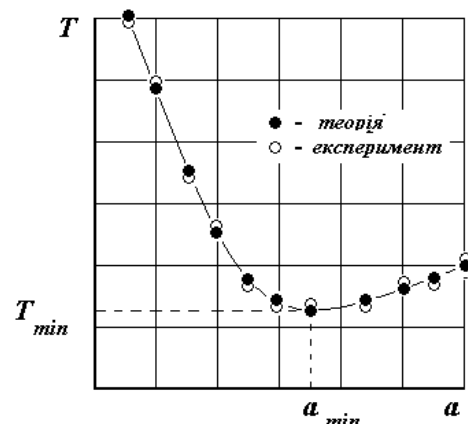


Рис.2 Теоретичний та експериментальний графіки залежності $T = f(a)$

Отримавши такий результат студент впевнюється в тому, що формули (4) "дійсно працюють!", так що теорія перевіряється та підтверджується експериментом. Наявність мінімуму у функції $T = f(a)$ для людини, яка стикається із цією задачею вперше, виявляється цілковитою несподіванкою.

Виявляється, що період коливань навіть таких простих об'єктів як стержень або обруч змінюється не тільки нелінійно, а ще й немонотонно, притому теорія спроможна передбачити таку поведінку, а експеримент із високим ступенем точності підтверджує теоретичні розрахунки.

2-й рівень складності (середній). На цьому рівні складності доречно розглянути задачу більш детально і запропонувати до виконання наступні завдання:

Завдання 1. Вивести формули (1) та (4).

Для виводу формули (1) необхідно розглянути малі коливання фізичного маятника. Звичайно виводи цих формул повинні спиратись на лекційний матеріал.

На рисунку 1 m - вісь обертання; m - центр мас маятника. Виведемо маятник з положення рівноваги на певний кут ϕ . При цьому сила mg створює обертаючий момент:

$$M = -mga \sin \phi \quad (5)$$

При малих кутах $\sin \phi \approx \phi$ і рівняння (5) приймає вигляд:

$$M = -mga\phi \quad (6)$$

З іншого боку той самий момент згідно основного рівняння динаміки обертового руху можна записати у вигляді:

$$M = I \cdot \varepsilon, \text{ або } M = I \cdot \frac{d^2\phi}{dt^2} \quad (7)$$

З рівнянь (6) та (7) маємо:

$$\frac{d^2\phi}{dt^2} + \frac{mga}{I} \cdot \phi = 0 \quad (8)$$

Рівняння (8) є диференціальним рівнянням коливань фізичного маятника. Порівняння (8) та диференціального рівняння гармонічних коливань дозволяє зробити висновок, що малі коливання

фізичного маятника є гармонічними, притому циклічна частота цих коливань дорівнює:

$$\omega = \sqrt{\frac{mga}{I}}, \quad (9)$$

звідки для періоду отримуємо формулу (1).

Завдання 2. Вивести формулу для координати мінімуму функції $T = f(a)$.

Координата екстремуму функції знаходиться із умови: $\frac{dT}{da} = 0$. Знайдемо похідні від функцій (4) по параметру a та прирівняймо їх нулю. Для стержня та для обруча відповідно отримуємо:

$$\begin{aligned} \frac{dT}{da} &= \frac{d}{da} \left(\frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{l^2}{12a} + a} \right) = 0; \quad \frac{dT}{da} = \\ & \frac{d}{da} \left(\frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{R^2}{a} + a} \right) = 0; \\ \frac{dT}{da} &= \frac{1}{2} \left(\frac{l^2}{12a^2} + 1 \right) = 0; \quad \frac{dT}{da} = \frac{1}{2} \left(\frac{R^2}{a^2} + 1 \right) = 0; \\ \left(-\frac{l^2}{12a^2} + 1 \right) &= 0; \quad \left(-\frac{R^2}{a^2} + 1 \right) = 0; \\ a &= \frac{l}{2\sqrt{3}}; \quad a = R. \quad (10) \end{aligned}$$

Завдання 3. Додатково дослідити околиці мінімуму функції $T = f(a)$.

За формулами (10) знайти теоретичні значення координат мінімумів та дослідити їх околиці експериментально, пройшовши відповідні інтервали параметру a із меншим кроком. Побудувати відповідні додаткові графіки.

1-й рівень складності (Високий – дослідницький).

Як вже говорилося раніше, високий рівень підготовки та мотивації серед загальної маси студентів мають одиниці і тим більш цінними вони є. Для таких студентів можна запропонувати завдання, які мають елементи дослідницької роботи і навіть наукової новизни. Стосовно лабораторних робіт, що розглядаються таке завдання може полягати в наступному.

Наскільки відомо, в літературі присвяченій коливанням фізичного маятника не розглядаються випадки, коли вісь, відносно якої коливається маятник, знаходиться за межами самого тіла маятника [3, 212 с.]. Для реалізації таких коливань у випадку стержня його можна підвісити на нитці за один із кінців. У випадку обруча уявімо, що невагома направляюча 5 (рис. 1b) подовжена на відстань скажімо діаметра обруча або на ще більшу відстань. Зрозуміло, що при виконанні умови $a > l$ у випадку стержня або умови $a \gg R$ у випадку обруча ми переходимо до моделі математичного маятника. Таким чином графіки залежності $T = f(a)$ для стержня та обруча, а також і для будь-якого фізичного маятника при довільних значеннях параметру a матимуть більш складний характер: рис. 3.

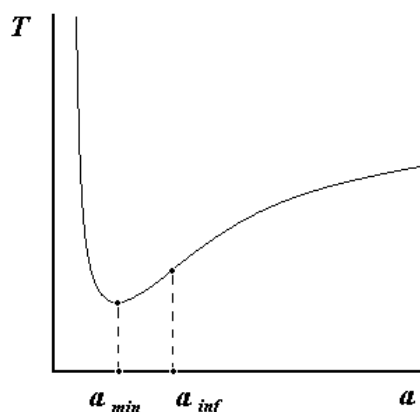


Рис.3 Загальний графік залежності $T = f(a)$ фізичного маятника.

Із графіка видно, що загальна залежність періоду коливань фізичного маятника від параметру a - відстані від осі обертання до центру мас, має дві особливі точки: точку мінімуму із координатою a_{min} та точку перегину із координатою a_{inf} , яку можна знайти повторним диференціюванням рівнянь (4) із умови: $\frac{d^2T}{da^2} = 0$.

Тобто на цьому рівні складності студенту фактично пропонується провести власне теоретичне та експериментальне дослідження.

Висновки та перспективи подальших розвідок напряму. Запропонована методика розподілу завдань до робіт лабораторного фізичного практикуму по рівням складності має на меті надати можливість кожному студенту виконання роботи максимальну користь. Методика враховує обмежені можливості студентів із низьким рівнем підготовки і не обмежує краще підготовлених. Для обдарованих студентів виконання завдань високого рівня складності із елементами дослідницької роботи може стати прологом для подальших власних наукових досліджень.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Правда М.І. Методичні особливості будови лабораторної роботи «Коливання стержня». *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Випуск 66. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. Винниченка. 2006. Частина 1. С.229.
2. Правда М.І. Методичні особливості лабораторної роботи «Коливання обруча». *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Частина 1. Випуск 4. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. Винниченка, 2013. С.215-217.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики (том 1). Київ. «ТЕХНІКА», 1999. 536 с.

REFERENCES

1. Pravda, M.I. (2006) Metodichni osoblyvosti budovy laboratornoi roboty «Kolyvannia sterzhnia» [Methodological features of the structure of the laboratory

work "Rod Oscillations"] Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky. Kirovohrad. (66) 229. [in Ukrainian].

2. Pravda, M.I. (2013) Metodichni osoblyvosti laboratornoi roboty «Kolyvannia obrucha» [Methodological features of laboratory work "Hoop Oscillations"]. Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Kirovohrad. (4). 215-217. [in Ukrainian].

3. Kucheruk, I.M., Horbachuk, I.T., Lutsyk, P.P. (1999) Zahalnyi kurs fizyky (tom 1). [General course of physics (volume 1)]. Kyiv. 536. [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ПРАВДА Михайло Іванович – кандидат

фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики Національного університету “Запорізька політехніка”

Наукові інтереси: лабораторний фізичний практикум, методика викладання фізики.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

PRAVDA Mikhail Ivanovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics of Zaporizhzhya Polytechnic National University

Scientific interests: laboratory physics workshop, methods of teaching physics.

Стаття надійшла до редакції 01.08.2023 р.

УДК 378.093.5.011.3-051:57]:37.091.33-027.22

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-210-151-156

ПЕРЕТЯТЬКО Вікторія Віталіївна –

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри хімії

Запорізького національного університету

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7420-8347>

e-mail: viktoriyaperetyatko@np.znu.edu.ua

НОВОСАД Наталія Василівна –

кандидат біологічних наук, доцент,

доцент кафедри фізіології, імунології і біохімії

з курсом цивільного захисту та медицини

Запорізького національного університету

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5993-9870>

e-mail: novosadnata@gmail.com

НАСТУПНІСТЬ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ БІОЛОГІЇ ТА ОСНОВ ЗДОРОВ'Я

У статті обґрунтовано значення практичної підготовки майбутніх учителів біології та основ здоров'я закладів загальної середньої освіти. Висвітлено питання забезпечення принципу наступності між навчальними і виробничими практиками, що скеровує планомірний розвиток практичних умінь та формування загальних і фахових компетентностей здобувачів вищої освіти. Здійснено цілісний аналіз організаційних аспектів практичної підготовки здобувачів освіти першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)». Визначено значення навчальної практики з ботаніки та зоології. Схарактеризовано її мету, завдання та особливості організації в дистанційному форматі. Названі цілі, зміст і види робіт, що виконують практиканти в ході навчальних та виробничих педагогічних практик. З'ясовано значення навчальної педагогічної практики, спрямованої на ознайомлення студентів з практичним досвідом педагогів-наставників, класних керівників, формами, методами і засобами навчання біології та основ здоров'я. Висвітленні особливості проходження практики на другому курсі студентами, що не мають педагогічних та методичних знань. Розкрити особливості організації практики в умовах дистанційного навчання. Обґрунтовано значення виробничої педагогічної практики в системі методичної підготовки майбутніх педагогів. Визначено перелік обов'язкових видів робіт: проведення уроків біології та основ здоров'я, проєкту з біології, тренінгу з основ здоров'я, позакласної виховної роботи, психолого-педагогічних завдань. Наголошено на необхідності проведення практикантами нестандартних уроків, залучення їхнього досвіду володіння різноманітними інноваційними методиками, елементами STEM-освіти, цифровими додатками і сервісами. Акцентовано увагу на особливостях організації навчально-пізнавальної діяльності учнів на онлайн уроках біології та основ здоров'я в синхронному та асинхронному форматах. Розкрито роль педагогів-наставників у розробці програм і виконанні завдань педагогічної практики, підведенні результатів роботи студентів. Відзначено взаємний вплив на розвиток професіоналізму серед керівників практики від університету та закладу загальної середньої освіти..

Ключові слова: практична підготовка, педагогічні практики, майбутні вчителі біології та основ здоров'я.

PERETIATKO Viktoriia Vitaliyvna –

candidate of pedagogical sciences, associate professor,

associate professor department of chemistry,

Zaporizhzhia National University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7420-8347>

e-mail: viktoriyaperetyatko@np.znu.edu.ua

NOVOSAD Nataliia Vasylivna –

candidate of biological sciences, associate professor,