

**ГУЛЯЄВА Людмила Володимирівна –**

кандидат педагогічних наук, доцент

Запорізького національного технічного університету

e-mail: ludmila\_gulyaeva@mail.ru

## **САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ: ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ**

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** В Законі України «Про вищу освіту» в статті 50 визначені наступні форми організації освітнього процесу в закладах вищої освіти: навчальні заняття, самостійна робота, практична підготовка, контрольні заходи [4, 7]. Співвідношення кількості годин, що передбачені на аудиторні заняття з фізики до самостійної роботи студентів становить приблизно 50%. Самостійна робота студентів з фізики у технічному вищому навчальному закладі розглядається, як компонент цілісної системи підготовки за освітньо-кваліфікаційним рівнем – бакалавр за певним напрямом підготовки для подальшого здійснення фахової діяльності інженера.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Самостійну роботу студенти виконують згідно методичних рекомендацій викладача з метою опрацювання лекційного матеріалу, підготовки до практичних та лабораторних занять на репродуктивному, реконструктивному, творчому рівнях [1, 2, 3, 6, 11]. Як свідчить аналіз методичних рекомендацій щодо виконання лабораторних робіт традиційно самостійна робота студентів з фізики під час підготовки до лабораторних робіт обмежується вивченням теоретичних відомостей, які підготовлені викладачами. Самостійна робота з фізики, на наш погляд, за таких умов здійснюється на репродуктивному рівні, що недостатньо сприяє фаховій підготовці майбутнього інженера.

Найважливішим завданням викладача фізики в умовах сьогодення є формування готовності (психологічної, теоретичної, практичної, професійної) у майбутніх інженерів до аналітико-синтетичної діяльності в процесі теоретичної підготовки щодо дослідження технічних об'єктів. В умовах підготовки майбутніх фахівців самостійну роботу з фізики ми розглядаємо, як керований викладачем процес навчально-пізнавальною діяльністю студентів згідно спеціально створеного навчально-методичному комплексу.

**Мета статті.** Розглянемо деякі шляхи організації викладачем самостійної роботи студентів на прикладі підготовки їх до лабораторної роботи з теми «Дослідження коливань фізичного маятника».

**Методи дослідження:** теоретичні, емпіричні.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В змістовному аспекті організація викладачем самостійної роботи на продуктивному рівні, на наш погляд, передбачає наступне: логічне структурування навчального змісту навколо основних наукових ідей об'єкта, що вивчається, зокрема, фізичного маятника; використання одночасно всіх кодів: слова, малюнка, символа, моделі, досліда тощо; перенесення фізичних знань до нової ситуації; інтегрування фізичних знань та знань фахової підготовки; варіативність виконання дослідження.

Вважаємо також, що виконання самостійної роботи майбутніми інженерами варто планувати із застосуванням методу діалогізації, а не монологізації. В процесуальному аспекті впровадження методу монологізації в освітній процес під час підготовки до лабораторного заняття ми розглядаємо, як ознайомлення студента з теоретичними відомостями щодо необхідного дослідження. Ретельно підготовлені викладачем теоретичні відомості до лабораторної роботи - це письмовий монолог викладача. Студент повинен цей монолог прочитати, запам'ятати,

а інформацію відтворити під час захисту лабораторної роботи. Майбутній інженер виступає, як споглядач, він не включений в активну діяльність.

Професія інженера вимагає від спеціаліста готовності до аналітико-синтетичної діяльності, креативності, критичності мислення. І одним із таких кроків щодо розвитку цих якостей у майбутніх інженерів ми вважаємо впровадження методу діалогізації в освітній процес під час підготовки до лабораторного заняття. При впровадженні методу діалогізації ми будуємо монологічний текст у формі письмового діалога між викладачем та студентом із логічно структурованими завданнями до самостійної роботи. Письмова бесіда проходить в логічній послідовності згідно поетапного формування навчальних дій. Продуктом письмового мовлення є письмові відповіді студентів в процесі підготовки їх до лабораторних робіт. Під час виконання самостійної роботи відбувається діалог між викладачем і студентом та між студентами на консультаціях. Викладач та студенти виступають, як суб`єкти єдиного освітнього процесу.

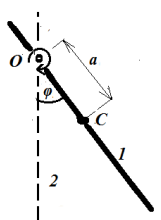
Наведемо приклади завдань для самостійної роботи під час теоретичної підготовки щодо виконання практичної частини програми з теми «Дослідження коливань фізичного маятника».

### ***1. Вивести формулу для визначення періоду коливань стрижня (фізичного маятника).***

*Завдання 1. Дати відповіді на теоретичні запитання.*

1. Проаналізувати тлумачення поняття «фізичний маятник», яке подано різними авторами в навчальній літературі [5, 9, 10].

2. Дати пояснення щодо позначень, які характеризують фізичний маятник (рис. 1)



1 – стрижень (фізичний маятник) довжиною  $l$ ;  
2 – вертикаль;  $O$  – точка підвісу, через неї проходить горизонтальна ось, навколо якої обертається стрижень;  $C$  – центр маси стрижня;  
 $a$  – відстань між точкою підвісу та центром маси фізичного маятника;  $\varphi$  – кут відхилення стрижня від

положення рівноваги.

Рис.1. Фізичний маятник (ФМ)

*Розглянемо варіативні правила для визначення напрямку кутового зміщення, моменту сили, кутового прискорення.*

3. Яким правилом можна скористатись для визначення напрямку кутового зміщення та моменту сили? *Відповідь.* Елементарний (малий) кут повороту стрижня розглядають, як вектор. Для визначення напрямку кутового зміщення, моменту сили варто скористатись правилом свердлика (правилом правого гвинта) або правилом правої руки (рис. 2).

4. Сформулювати правила для визначення напрямку кутового зміщення (рис. 2). *Відповідь.* Правила для визначення напрямку кутового зміщення. При відхиленні стрижня вправо кутовому зміщенню приписують знак «+», а знак «-» - при відхиленні стрижня вліво.

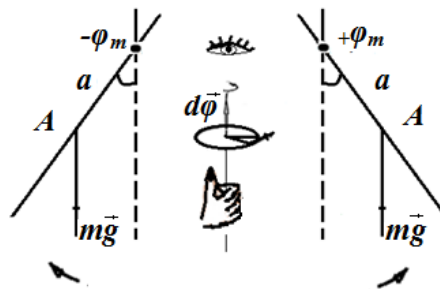
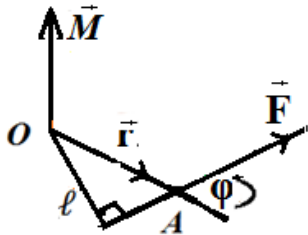


Рис. 2. Правила для визначення напрямку кутового зміщення під час відхилення стрижня вліво та вправо

*Правило свердлика (перший спосіб).* Напрямок вектора кутового зміщення  $d\vec{\varphi}$  стрижня спрямований вздовж осі обертання та співпадає з напрямком поступального руху вістря свердлика, а напрямок обертання ручки свердлика вправо співпадає з напрямком руху центра маси стрижня по колу. *Правило «погляд зверху» (другий спосіб).* Напрямок вектора кутового зміщення  $d\vec{\varphi}$  стрижня спрямований вздовж осі обертання таким чином, що коли дивитись зверху з його кінця, то рух центра маси стрижня

по колу відбувається проти годинникової стрілки. *Правило правої руки (третій спосіб)*. Якщо долонею правої руки охопити вісь обертання таким чином, щоб чотири пальці правої руки співпадали за напрямком руху центра маси стрижня, то відхилений великий палець на  $90^\circ$  буде вказувати напрямком кутового зміщення  $d\vec{\varphi}$ .

### 5. Що називають моментом сили?



Моментом сили відносно нерухомої точки  $O$  називають фізичну величину, яка визначається векторним добутком радіус-вектора  $\vec{r}$ , який проведено із точки  $O$  в точку  $A$  прикладання сили, на силу  $\vec{F}$ .  $\vec{M} = [\vec{r} \vec{F}]$  (рис. 3). Модуль моменту сили дорівнює:  $M = F r \sin \varphi = F \ell$ ,  $\ell = h \sin \varphi$ ,  $h$  – плече сили. Звертаємо увагу на те, що вектор моменту сили  $\vec{M}$  не має певної точки прикладання, його можна відкладати від будь-якої точки на осі обертання.

Рис.3. Момент сили

Для визначення напрямку моменту сили необхідно вектори  $\vec{r}$  та  $\vec{F}$  відкласти від однієї точки (рис. 4).

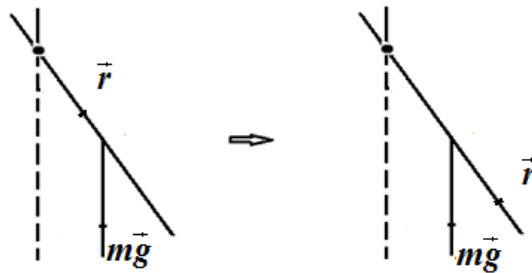


Рис. 4. Вектори  $\vec{r}$  та  $\vec{F}$  відкладені від однієї точки

6. Сформулювати правила для визначення напрямку моменту сили стрижня (рис.5). *Відповідь. Правило свердлика (перший спосіб)*. Напрямок вектору моменту сили  $\vec{M}$  стрижня співпадає з напрямком поступального руху правого гвинта при його обертанні від  $\vec{r}$  до  $m\vec{g}$ . *Правило «погляд зверху» (другий спосіб)*. Напрямок вектора моменту сили  $\vec{M}$  стрижня спрямований вздовж осі обертання таким чином, що коли дивитись зверху з його кінця, то рух центра маси стрижня по колу відбувається від  $\vec{r}$  до  $m\vec{g}$

проти годинникової стрілки. *Правило правої руки (третій спосіб)*. Якщо долонею правої руки охопити вісь обертання таким чином, щоб чотири пальці правої руки співпадали з напрямком прикладеної сили (сили тяжіння), яка спричиняє рух стрижня до положення рівноваги, то відхилений великий палець на  $90^\circ$  буде вказувати напрямку моменту сили.

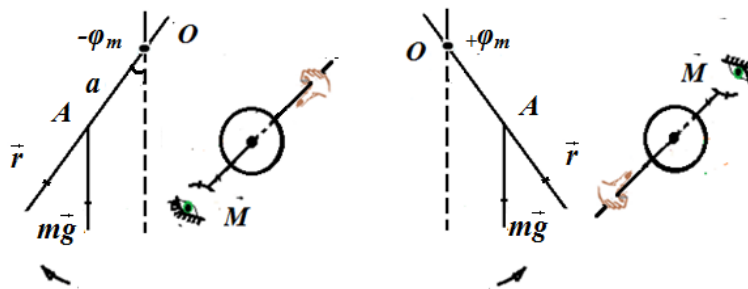


Рис. 5. Правила визначення напрямку моменту сили стрижня

7. Як визначити напрямку кутового прискорення під час коливань фізичного маятника (рис. 6)? *Відповідь. Перший спосіб визначення напрямку кутового прискорення.* Напрямок кутового прискорення співпадає з напрямком моменту сили. *Другий спосіб визначення напрямку кутового прискорення.* При обертальному русі фізичного маятника навколо нерухомої осі вектор кутового прискорення спрямований вздовж осі обертання в сторону елементарного приросту кутової швидкості.

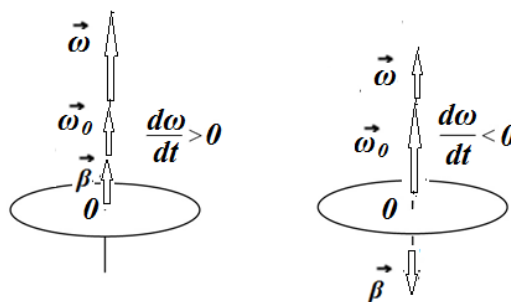


Рис.6. Правила визначення напрямку кутового прискорення

8. На рисунку 7 подані малі відхилення фізичного маятника від положення рівноваги. На рисунку 7 показати: а) напрямку сил, які діють на стрижень, що підвішений у точці  $O$ ; б) плече сили тяжіння, плече сили

реакції опори; в) напрямки кутового зміщення, кутового прискорення, обертального моменту під час відхилення маятника від положення рівноваги.

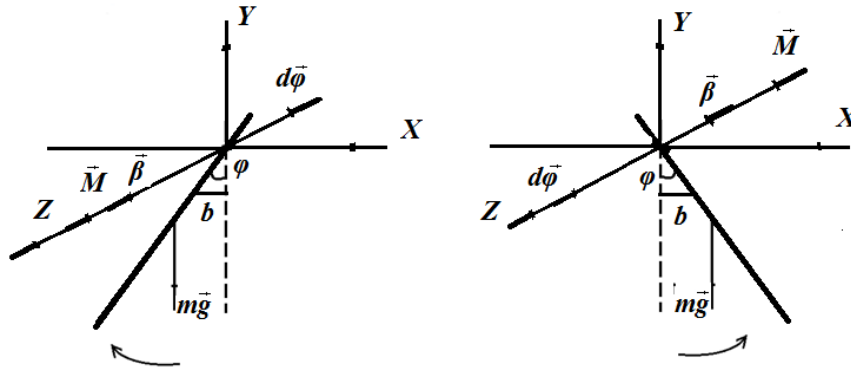


Рис.7. Відхилення стрижня від положення рівноваги

6. Заповнити таблиці 1,2.

Таблиця 1

**Напрямки кутового зміщення, кутового прискорення, обертального моменту під час відхилення маятника від положення рівноваги**

Напрямок	Відхилення маятника вліво	Відхилення маятника вправо
- кутового зміщення ( $d\bar{\varphi}$ )	$\oplus$	$\odot$
- кутового прискорення ( $\vec{M}$ )	$\odot$	$\oplus$
- обертального моменту ( $\vec{\beta}$ )	$\odot$	$\oplus$

Таблиця 2

**Дослідження коливального руху фізичного маятника**

Відхилення маятника вліво	Відхилення маятника вправо
Чому дорівнює плече сили тяжіння ( $m\vec{g}$ )?	
$b = a \sin\varphi$	$b = a \sin\varphi$
Чому дорівнює плече сили реакції опори ( $\vec{N}$ )?	
0	0
Записати закон динаміки для коливального руху фізичного маятника у векторній формі	
$J \vec{\beta} = \vec{M}$	$J \vec{\beta} = \vec{M}$
Закон динаміки для коливального руху фізичного маятника у скалярній формі	

$J\beta_z = M_z$ $J\beta = M$	$J\beta_z = M_z$ $J\beta = M$
-------------------------------	-------------------------------

7. При відхиленні фізичного маятника від положення рівноваги стрижень під дією сили тяжіння здійснює коливання навколо нерухомої горизонтальної осі, яка не проходить через центр маси тіла. Чому дорівнює момент сили тяжіння? *Відповідь.* Момент сили тяжіння дорівнює

$$M_z = -mga \sin\varphi \approx -mga\varphi$$

8. Що означає знак мінус у формулі? *Відповідь.* Знак мінус у формулі свідчить про те, що момент сили прагне зменшити кут відхилення фізичного маятника від положення рівноваги.

9. Записати закон динаміки для коливального руху фізичного маятника. *Відповідь.* Закон динаміки для коливального руху фізичного маятника записують у вигляді  $J\beta = -mga \sin\varphi$ .

10. Записати рівнянням гармонічного коливання. *Відповідь.* Із урахуванням того, що при малих кутах відхилення маятника від положення рівноваги  $\sin\varphi \approx \varphi$  запис  $J\beta = -mga\varphi$  можна вважати рівнянням гармонічного коливання.

11. Чому дорівнює циклічна частота фізичного маятника? *Відповідь.* У стандартному рівнянні гармонічного коливання  $\ddot{\varphi} + \omega^2 \varphi = 0$  квадрат циклічної частоти є коефіцієнт, який стоїть перед самою функцією і тому  $\omega^2 = \frac{mga}{J}$ .

12. За якою формулою визначають період коливань стрижня? *Відповідь.* Якщо період коливань визначають за формулою  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ , то період коливань фізичного маятника (стрижня) дорівнює  $T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mga}}$ . Врахуємо, що момент інерції стрижня визначають за формулою  $J = \frac{1}{12}ml^2 + ma^2$  і тому період коливань стрижня розраховують за наступною формулою  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l^2}{12ga} + \frac{a}{g}}$ .



*Висновок.* 1. Для малих відхилень від положення рівноваги ( $\sin\varphi \approx \varphi$ )

основне рівняння динаміки обертального руху має вигляд  $\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{mga}{J}\varphi = 0$

2. Період коливань фізичного маятника дорівнює  $T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mga}}$ .

3. Період коливань стрижня дорівнює:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l^2}{12ga} + \frac{a}{g}}$ .

## ***II. Теоретичне обґрунтування обробки експериментальних даних щодо визначення прискорення вільного падіння за допомогою фізичного маятника***

*Розглянемо варіативні правила для визначення прискорення вільного падіння фізичного маятника.*

*Завдання 1. Дайте відповіді на запитання.*

1. Які ви знаєте методи обробки експериментальних даних?

*Відповідь.* Основні методи обробки експериментальних даних: графічний метод та аналітичний метод (метод найменших квадратів).

2. В чому полягає графічний метод обробки експериментальних даних щодо визначення прискорення вільного падіння за допомогою фізичного маятника? *Відповідь.* При графічному методі обробки експериментальних даних необхідно рівняння для періоду коливань фізичного маятника звести до лінійної залежності типу  $y = b + k \cdot x$ . Для цього

піднесемо це рівняння до квадрату і одержимо наступний запис  $T^2 a = \frac{\pi^2 l^2}{3g} + \frac{4\pi^2 a^2}{g}$ . Якщо прийняти  $y = T^2 a$ ,  $x = a^2$ ,  $b = \frac{\pi^2 l^2}{3g}$ ,  $k = \frac{4\pi^2}{g}$ , то одержимо  $y = b + k \cdot x$ .

Якщо побудувати графік цієї залежності, то можна розрахувати прискорення вільного падіння двома способами. *Перший спосіб.* За графіком визначити зсув прямої  $y(x)$  вздовж осі ОУ - параметр  $b$ . Після цього розрахувати прискорення вільного падіння за формулою:  $g = \frac{\pi^2 l^2}{3b}$ .

*Другий спосіб.* За графіком визначити параметр  $k$  (кут нахилу прямої

залежності  $y(x)$ ). Кутовий коефіцієнт дорівнює тангенсу кута нахилу експериментальної прямої  $k = \tan \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ , а прискорення вільного падіння визначити за формулою:  $g = \frac{4\pi^2 a^2}{k}$ .

3. В чому полягає аналітичний метод обробки експериментальних даних щодо визначення прискорення вільного падіння за допомогою фізичного маятника? *Відповідь.* Аналітичний метод щодо визначення прискорення вільного падіння за допомогою фізичного маятника полягає у визначенні найкращих параметрів  $b$  та  $k$  та проведенні найкращої прямої  $y = b + k \cdot x$ .

5. За якою формулою визначають значення найкращих параметрів  $b$  та  $k$ ? *Відповідь.*  $k = \frac{\langle xy \rangle - \langle x \rangle \langle y \rangle}{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$ ,  $b = \langle y \rangle - k \langle x \rangle$ , де  $\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ,

$$\langle x^2 \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2, \langle x \rangle^2 = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \right)^2, \langle y \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \langle xy \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i.$$

*Результат виконання студентами дослідної частини лабораторної роботи з теми «Дослідження коливань фізичного маятника».*

1. Результати лабораторної роботи щодо визначення прискорення вільного падіння були оброблені двома методами, а саме: графічним та аналітичним методами.

2. Прискорення вільного падіння було визначено згідно найкращого параметру  $b$  (зсуву прямої  $y(x)$  вздовж осі ОУ) та найкращого параметра  $k$  (кута нахилу прямої залежності  $y(x)$ ) за формулами  $g = \frac{4\pi^2 a^2}{k}$  та  $g = \frac{\pi^2 l^2}{3b}$ .

3. Визначено рівняння найкращої прямої згідно графічного та аналітичного методів обробки експериментальних даних.

4. В таблиці 3 подані узагальнені результати лабораторної роботи щодо визначення прискорення вільного падіння.

*Таблиця 3*

**Узагальнені результати лабораторної роботи щодо визначення прискорення вільного падіння**

Методи обробки експериментальних даних		Прискорення вільного падіння		Рівняння найкращої прямої $y = kx + b$
		$g = \bar{g} \pm \Delta g, \text{ м/с}^2$	$\varepsilon_g, \%$	
Графічний	Перший спосіб	$9,8 \pm 0,3$	3	$y = 4,08x + 33,5 \cdot 10^{-2}$
	Другий спосіб	$9,6 \pm 0,6$	6	
Аналітичний	Перший спосіб	$10,0 \pm 0,3$	3	$y = 3,94x + 33,5 \cdot 10^{-2}$
	Другий спосіб	$9,8 \pm 0,2$	2	

**Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок.** В статі звертається увага на організацію викладачем самостійної роботи студентів під час виконання лабораторної роботи з теми «Дослідження коливань фізичного маятника». Дидактичне забезпечення лабораторної роботи в процесуальному та змістовному аспектах спрямовано на структурування фізичних знань, підвищенню їх системності, узагальненості, функціональності, сприяє більш усвідомленому виконанню студентами лабораторних робіт, практичному спрямуванню навчання фізики для поглиблення теоретичних знань майбутніх інженерів.

В процесі організації самостійної роботи викладач

- в процесуальному аспекті звертає увагу щодо запровадження в освітній процес один із дидактичних методів - метод діалогізації, та дидактичних принципів - принцип варіативності;

- в змістовному аспекті здійснює логічне структурування фізичних знань щодо реальних фізичних об'єктів (фізичного маятника). Перенесення фізичних знань до нової ситуації відбувається завдяки використанню одночасно всіх кодів: слова, малюнка, символу, моделі, досліда. В статі сформульовані варіативні правила щодо визначення напрямку кутового зміщення, моменту сили, кутового прискорення, результати лабораторної

роботи щодо визначення прискорення вільного падіння були оброблені варіативно графічним та аналітичним методами.

Дослідження варто продовжити в напрямку розробки теоретико-практичних засад щодо впровадження методу діалогізації, принципу варіативності в освітній процес в умовах підготовки майбутніх інженерів.

### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Александров В. Н., Васильева И. А., Коротаева Е. А. Изучение свойств физического маятника. URL: <https://rplab.ru/phys-f/labu/mech/section09.pdf> (дата звернення: 26.03.2019).

2. Вербицкий А. А., Ларионова О. Г. Личностный и компетентностный подходы в образовании: проблемы интеграции. М.: Логос, 2009. 336 с.

3. Гладуш М. Г. Модели и концепции физики: механика. Лабораторный практикум. Обработка результатов измерений. М. : МФТИ, 2011. 42 с. URL: [https://mipt.ru/education/chair/physics/S\\_I/lab/obrab\\_pmi.pdf](https://mipt.ru/education/chair/physics/S_I/lab/obrab_pmi.pdf) (дата звернення: 26.03.2019).

4. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-18> (дата звернення: 26.03.2019).

5. Курс фізики : навчальний підручник / І. Р. Зачек та ін. Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2002 р. 376 с.

6. Определение ускорения свободного падения и момента инерции физического маятника. URL: [http://mospolytech.ru/storage/43ec517d68b6edd3015b3edc9a11367b/files/RAB\\_OTА\\_1.06.pdf](http://mospolytech.ru/storage/43ec517d68b6edd3015b3edc9a11367b/files/RAB_OTА_1.06.pdf) (дата звернення: 26.03.2019).

7. Организация учебной деятельности в вузе. URL: [https://bookap.info/genpsy/lukovtseva\\_psihologiya\\_i\\_pedagogika\\_kurs\\_lektsiy/gl49.shtm](https://bookap.info/genpsy/lukovtseva_psihologiya_i_pedagogika_kurs_lektsiy/gl49.shtm) (дата звернення: 26.03.2019).

8. Соколов Є. П., Лозовенко О. А. Реалізація ідеї поетапного формування розумовий дій в університетському лабораторному практикумі з фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна.* Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 80–84.

9. Савельев И. В. Курс физики : учеб.: В 3 –х т. Т. 1: Механика. Молекулярная физика. М.: Наука, 1989. 352 с.

10. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Высш. Шк., 1990. 478 с.

11. Физический маятник. URL: <http://phys-bsu.narod.ru/lib/mechanics/mechanics/lr112.htm> (дата звернення: 26.03.2019).

## REFERENCE

1. Aleksandrov, V. N., Vasil'yeva I. A. and Korotayeva Ye. A. Izucheniye svoystv fizicheskogo mayatnika [The study of their physical pendulum] , available at: <https://rplab.ru/phys-f/laby/mech/section09.pdf> (Accessed 26 March 2019).

2. Verbitskiy, A. A. and Larionova, O. G. (2009), Lichnostnyy i kompetentnostnyy podkhody v obrazovonii: problemy integratsii [Personal and competence approaches in education: problems of integration]. Logos, Moscow, Russian:

3. Gladush, M. G. (2011), Modeli i kontseptsii fiziki: mekhanika. Laboratornyy praktikum. Obrabotka rezul'tatov izmereniy [Models and concepts of physics: mechanics. Laboratory practice. Processing of measurement results]. MFTI, Moscow, Russian. Available at: [https://mipt.ru/education/chair/physics/S\\_I/lab/obrab\\_pmi.pdf](https://mipt.ru/education/chair/physics/S_I/lab/obrab_pmi.pdf) (Accessed 26 March 2019).

4. Zakon Ukraïni «Pro vishchu osvïtu» [Law of Ukraine «On higher education»], available at: [https:// zakon.rada.gov.ua/go/1556-18](https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-18) (Accessed 26 March 2019).

5. Kurs fiziki (2002), [physics Course] : navchal'niy pídruchnik / Zachek, Í. R. ta ín. Vidavnitstvo «Beskid Bít», L'vív, Ukraine.

6. Opredele niye uskore niya svobodnogo padeniya i momenta inertsii fizicheskogo mayatnika [Determination of the acceleration of gravity and the moment of inertia of the physical pendulum], available at: [http://mospolytech.ru/storage/43ec517d68b6edd3015b3edc9a11367b/files/RAB OTA\\_1.06.pdf](http://mospolytech.ru/storage/43ec517d68b6edd3015b3edc9a11367b/files/RAB_OT A_1.06.pdf) (Accessed 26 March 2019).

7. Organizatsiya uchebnoy deyatel'nosti v vuze [Organization of educational activities at the University], available at: [https://bookap.info/genpsy/lukovtseva\\_psihologiya\\_i\\_pedagogika\\_kurs\\_lektsiy/gl49.shtm](https://bookap.info/genpsy/lukovtseva_psihologiya_i_pedagogika_kurs_lektsiy/gl49.shtm) (Accessed 26 March 2019).

8. Sokolov, Ê. P. and Lozovenko, O. A. (2018), Realízatsíya ídeĩ poyetapnogo formuvannya rozumoviy díy v uníversitets'komu laboratornomu praktikumí z fiziki [Realization of the idea of step-by-step formation of mental actions in the University laboratory workshop in physics]. *Zbírnik naukovikh prats' Kam'yanets'-Podíl's'kogo natsíonal'nogo uníversitetu ímení Ívana Ogiênka. Seríya pedagogíchna. Kam'yanets'-Podíl's'kiy : Kam'yanets'-Podíl's'kiy natsíonal'niy uníversitet ímení Ívana Ogiênka*, № 24 : STEM-íntegratsíya yak vazhliva peredumova upravlínnya rezul'tativnístyu ta yakístyu fizichnoĩ osvítí, 80–84.

9. Savel'yev, I. V. (1989), Kurs fiziki [Course of physics]: ucheb.: V 3 – kh t. T. 1: Mekhanika. Molekulyarnaya fizika [Mechanics. Molecular physics]. Nauka, Moscow, Russian:

10. Trofimova, T. I. (1990), Kurs fiziki [Course of physics]. Vyssh. Shk., Moscow, Russian:

11. Fizicheskiy mayatnik [The physical pendulum], available at: <http://phys-bsu.narod.ru/lib/mechanics/mechanics/lr112.htm> (Accessed 26 March 2019).

### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**ГУЛЯЄВА Людмила Володимирівна** – кандидат педагогічних наук, доцент Запорізького національного технічного університету.

*Наукові інтереси:* теорія та методика навчання.

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ**

**ГУЛЯЕВА Людмила Владимировна** – кандидат педагогических наук, доцент Запорожского национального технического университета.

*Научные интересы:* теория и методика обучения.

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**GULYAEVA Lyudmila Vladimirovna** - PhD(Pedagogical), assistant professor of Zaporizhzhya national technical University.

*Circle of research interests:* theory and methodology of teaching.

### **ГУЛЯЄВА Людмила Володимирівна. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ: ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ.**

*Анотація.* В статі звертається увага на організацію викладачем самостійної роботи студентів під час виконання лабораторних робіт на прикладі «Дослідження коливань фізичного маятника».

В процесуальному аспекті наголошується щодо доцільності запровадження в освітній процес одного із дидактичних методів - методу діалогізації, та дидактичних принципів - принципу варіативності.

В змістовному аспекті викладач здійснює логічне структурування фізичних знань щодо фізичного маятника. Перенесення фізичних знань до нової ситуації відбувається завдяки використанню одночасно всіх кодів: слова, малюнка, символу, моделі, досліда. В статі сформульовані варіативні правила щодо визначення напрямку кутового зміщення, моменту сили, кутового прискорення; результати лабораторної роботи щодо визначення прискорення вільного падіння були оброблені варіативними методами - графічним та аналітичним.

**Ключові слова:** лабораторна робота, фізичний маятник, самостійна робота, варіативні правила, метод діалогізації.

**ГУЛЯЕВА Людмила Владимировна. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ: ПРАКТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ.**

**Аннотация.** В статье обращается внимание на организацию преподавателем самостоятельной работы студентов при выполнении лабораторных работ на примере «Исследование колебаний физического маятника».

В процессуальном аспекте отмечается о целесообразности введения в образовательный процесс одного из дидактических методов - метода диалогизации, и дидактических принципов - принципа вариативности.

В содержательном аспекте преподаватель осуществляет логическое структурирование физических знаний о физическом маятнике. Перенос физических знаний в новую ситуацию происходит благодаря использованию одновременно всех кодов: слова, рисунка, символа, модели, опыта. В статье сформулированы вариативные правила для определения направления углового смещения, момента силы, углового ускорения; результаты лабораторной работы по определению ускорения свободного падения были обработаны вариативными методами - графическим и аналитическим.

**Ключевые слова:** лабораторная работа, физический маятник, самостоятельная работа, вариативные правила, метод диалогизации.

**GULYAEVA Lyudmila Vladimirovna. INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN PERFORMING LABORATORY WORK: PRACTICAL ASPECT.**

**Abstract.** One of the components of an integrated system of educational process is the independent work of future engineers during their preparation for laboratory work. The article draws attention to the need to organize independent work on physics at a productive level. Preparing future engineers educational qualification level-bachelor's degree in the specific field of preparation for future professional activity of the engineer of the implementation due to the transformation of the educational process in content and procedural aspects. The article draws attention to the organization of independent work of students by the teacher during the laboratory work on the topic "Study of oscillations of the physical pendulum". During the organization of independent work the teacher carries out logical structuring of physical knowledge concerning the physical pendulum.

Transfer of physical knowledge in the new situation is due to the use of all codes simultaneously: words, drawings, symbols, models, experiments. The article defines the variable rules regarding the determination of the direction of angular displacement, torque, angular acceleration, the results of laboratory work on the determination of the gravitational acceleration were processed by the variable - graphical and analytical methods. Didactic support of laboratory work provides structuring of physical knowledge, their consistency, generality, functionality.

**Key words:** laboratory work, physical pendulum, independent work, variable rules, the method of dialogue.