

ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ ШКОЛА

УДК 53–047.42

DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.76-3.13>**С. А. Полетило**

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій
Волинського національного університету імені Лесі Українки

ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВМІННЯ З ФІЗИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ

Статтю присвячено формуванню узагальненого експериментального вміння з фізики за допомогою експериментальних задач. Обґрунтовано значення експериментальних задач на уроках фізики загальноосвітніх навчальних закладів. На основі аналізу підручників фізики останніх років помічено тенденційність до збільшення частоти використання експериментальних задач у практиці сучасного уроку базової школи.

Розглянуто підходи вчителів до проблеми використання експериментальних задач у практиці сучасного уроку. Проаналізовано погляди науковців щодо використання на уроках експериментальних і дослідницьких експериментальних задач. Установлено неможливість запропонувати конкретні рекомендації вчителям фізики щодо частоти розв'язування експериментальних задач.

Запропоновано новий підхід, який забезпечить високу якість формування узагальненого експериментального вміння з фізики. Згідно із цим підходом учителям пропонується збірник експериментальних задач, частина яких розв'язується на уроці, а частина – в позаурочній і самостійній роботі. Деталізовано шляхи організації навчальної діяльності учнів, спрямовані на розв'язання експериментальних задач, серед яких година експериментування, викладення експериментальних задач у шкільній стіннівці й на сайті школи.

Доведено потребу у використанні дослідницьких експериментальних задач наприкінці кожного року вивчення фізики в базовій школі. Запропоновано визначення дослідницьких експериментальних задач як таких, що потребують глибокого аналізу фізичної суті явища, врахування всіх побічних факторів, які впливають на розв'язання проблеми, сприяють засвоєнню елементів узагальненого експериментального вміння. Показано, що використання дослідницьких експериментальних задач синтезує набуті учнями під час навчання експериментальні уміння.

На конкретних прикладах розглянуто практичне розв'язання на уроці двох дослідницьких експериментальних задач на знаходження коефіцієнта корисної дії нерухомого й рухомого блоків.

Ключові слова: експериментальні задачі, узагальнене експериментальне вміння, базова школа, мотивація учнів до розв'язування.

Постановка проблеми. Одним із важливих завдань, які ставляться перед навчанням фізики в загальноосвітніх навчальних закладах, чинна програма визначає формування в учнів узагальненого експериментального вміння [1, с. 13]. У навчанні фізики це вміння формується різними шляхами, зокрема за допомогою демонстраційних і фронтальних експериментів, лабораторних робіт і короткочасних дослідів, фізичного практикуму, навчальних проєктів, позаурочних дослідів і спостережень тощо.

Власний досвід і напрацювання вчителів-практиків дають підстави стверджувати, що вагомий вклад у розв'язання поставленого державою завдання вносить розв'язування експериментальних задач. Цей вид навчальної діяльності найбільшою мірою ставить учня в умови дослідника.

Експериментальними задачами вважаємо такі, дані для отримання розв'язку яких беруться з експерименту.

Дослідженням встановлено, що вчителі-фізики по-різному підходять до розв'язування експериментальних задач, використовуючи їх: для підтвердження певного факту; для формування вмінь користуватись приладами; для порівняння величин; для відшукування методу тощо. Кожне з використань експериментальних задач по-своєму виправдане й не може бути заперечене. На нашу думку, в базовій школі доцільні й такі експериментальні задачі, зміст яких потребує глибокого аналізу фізичної суті явища, врахування всіх побічних факторів, які впливають на розв'язання проблеми, сприяючи набуттю експериментальних умінь, тобто таких, розв'язання яких допомагає

засвоєнню всіх елементів узагальненого експериментального вміння (планувати експеримент; підготувати експеримент; спостерігати; вимірювати фізичні величини; обробляти результати експерименту й інтерпретувати його результати [1, с. 13–14]). У такому випадку синтезуються набуті дослідницькі уміння та формується узагальнене експериментальне вміння. Такі задачі називаємо дослідницькими експериментальними. Їх розв'язання потребує такої навчальної діяльності учнів, під час якої формуються всі елементи узагальненого експериментального вміння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема використання експериментальних задач під час вивчення фізики не є новою, вона підіймалась багатьма науковцями, хоча підходи були різними.

Одні науковці (О.Ф. Іваненко, В.П. Махлай, О.І. Богатирьов [2]) вбачають потребу у використанні експериментальних задач на рівні з кількісними та якісними задачами. Інші (В.М. Гайдучок, В.Г. Нижник, Л.О. Кулик [3–4]) – вважають доцільним їх розв'язання під час виконання лабораторних робіт. На думку третіх (С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак [5]), експериментальні задачі потрібно розглядати в практиці уроку фізики, адже вони дають змогу виявити найобдарованіших учнів (через фізичні олімпіади). Група вчених (Ю.М. Галатюк, А.В. Рибалко, В.І. Тишук [6]) вбачають потребу використання експериментальних задач на першому ступені, а дослідницьких – на другому. Попри різне ставлення науковців до розв'язування експериментальних задач, усі вони вбачають потребу у використанні їх у практиці сучасного уроку фізики базової школи.

Аналіз підручників фізики останніх років базової школи дав змогу помітити тенденційність до збільшення частоти використання експериментальних задач. У підручниках Ф.Я. Божинової [7–9] практично в кожному розділі пропонуються експериментальні завдання, а експериментальні задачі – під час виконання лабораторних робіт. Більшість експериментальних задач супроводжуються алгоритмічними порадами для розв'язування.

Підручники В.Д. Сиротюка [10–12], як і підручники Є.В. Коршака [13–15], містять саме експериментальні задачі: формулюється завдання, вказується конкретне обладнання. Не зважаючи на незначне число експериментальних задач, вважаємо, що ці підручники більшою мірою сприяють формуванню узагальненого експериментального вміння.

Мета статті. Головною метою роботи є встановити доцільність використання дослідницьких експериментальних задач під час вивчення фізики в базовій школі, з'ясувати, коли саме їх бажано розв'язувати.

Виклад основного матеріалу. Оскільки узагальнене експериментальне вміння формується в базовій школі (передбачено чинною програмою [1, с. 13]), а одним із факторів його формування є розв'язування експериментальних задач, стверджуємо: використання експериментальних задач на уроках фізики є беззаперечним. Крім того, різноманітні підходи вчителів до такого виду діяльності суттєво різняться, тому їх доцільно синтезувати навколо ідеї узагальненого експериментального вміння. Узагальненню набутих учнями експериментальних умінь протягом кожного року в базовій школі сприяє розв'язання дослідницьких експериментальних задач.

Дослідження показали, що виробити конкретні рекомендації щодо частоти розв'язування експериментальних задач неможливо. Проте можна запропонувати підхід, який забезпечить високу якість формування узагальненого експериментального вміння. Суть підходу в такому. Для вчителів фізики пропонуємо збірник експериментальних задач із фізики (по кожному з класів базової школи). До кожної теми, яка вивчається, пропонуємо низку експериментальних задач (зрозуміло, з розв'язками). Учитель має змогу на власний розсуд обирати стільки й такі експериментальні задачі, які йому підказує власний досвід і його ініціативність. Крім того, вчитель мотивує учнів до розв'язування експериментальних задач різними шляхами (наводимо лише три з них):

1) одна позаурочна година після вивчення розділу – година експерименту (визначається за домовленістю з учнями, демократично). Вчитель із лаборантом до цього дня готують обладнання для розв'язування експериментальних задач (за збірником) до вивченого розділу;

2) будь-який учень може доповісти на початку уроку про розв'язок тієї чи іншої експериментальної задачі, за що отримає найвищий бал;

3) до розв'язування експериментальних задач залучаємо учнів через фізичну стіннівку й розміщенням на сайті школи експериментальних олімпіад.

Використовуючи експериментальні задачі в процесі навчання фізики, варто пам'ятати, що кожна з них є незначним, елементарним (початковим), але дослідженням. На момент завершення навчального року в учнів сформовані окремі елементи, які визначають узагальнене експериментальне вміння. Очевидно, цього вимагає логіка, набуті розрізнені уміння експериментувати необхідно «зібрати» (синтезувати, узагальнити). Спираючись на сказане, вважаємо, що проводити дослідницькі експериментальні задачі треба перед закінченням навчального року.

У чинному підручнику фізики для 7-го класу [10, с. 192–193] в темі «Золоте правило» механіки. Коефіцієнт корисної дії механізмів» дослідницьку

експериментальну задачу вдало реалізовано під час розгляду коефіцієнта корисної дії (далі – ККД) похилої площини. Крім того, на закріплення виконується лабораторна робота «Визначення ККД простого механізму (похилої площини)». Детально розглядається кількісна задача на знаходження ККД важеля.

Дослідження показують, що під час розгляду питання знаходження ККД нерухомого й рухомого блоків виникають труднощі в оцінці величини їх ККД (окремі учні вбачають, що ККД дорівнює 100%). Щоб усунути згадану трудність, учням пропонуємо розв'язати дві дослідницькі експериментальні задачі на знаходження ККД нерухомого й рухомого блоків. У кожному розв'язку враховуємо всі фактори, від яких може залежати ККД. Експериментальні задачі формулюємо й розв'язуємо так.

Задача. Визначити ККД використання нерухомого блоку.

Обладнання: нерухомий блок; мотузка; штатив; набір тягарців вагою 1 Н кожний; лінійка; динамометр.

Розв'язування. Основне завдання використання нерухомого блоку зводиться до підняття тіла вагою P на висоту h , тобто корисна робота буде:

$$A_k = P h.$$

Використання нерухомого блоку дає вигреш тільки в напрямі сили. Прикладається сила протилежного напрямку F , а переміщення вантажу відбувається на таку ж відстань h . Якщо не враховувати інші фактори, то величина затраченої роботи A буде така ж, як величина корисної роботи A_k . Це означало б, що ККД нерухомого блока досягнув би 100%.

Насправді сила F більша, ніж вага P , адже, крім підняття вантажу вагою P , необхідно перемістити мотузку (сила по переміщенню мотузки F_0) та побороти силу тертя в блоці F_m . Отже, сила F із врахуванням перерахованих факторів буде рівна:

$$F = P + F_0 + F_m.$$

Затрачена робота під час використання нерухомого блока буде:

$$A = (F + F_0 + F_m) h.$$

ККД використання нерухомого блока буде:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{P h}{(F + F_0 + F_m) h}.$$

Після спрощення вираз набере вигляду:

$$\eta = \frac{P}{F + F_0 + F_m}.$$

Нехтують зусиллям на переборення тертя F_m , тоді ККД буде:

$$\eta = \frac{P}{F + F_0} = \frac{P}{P + F_0}.$$

Якщо рухати мотузку вниз, то сила F_0 становить половину ваги мотузки P_0 . Зважують мотузку за допомогою динамометра (P_0) і беруть її половину. Тому:

$$F_0 = \frac{P_0}{2}.$$

Остаточний ККД нерухомого блока буде:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{P h}{\left(P + \frac{P_0}{2}\right) h} = \frac{2P}{2P + P_0}.$$

Якщо ж не нехтувати зусиллям на переборення сили тертя мотузки по блоку, то її можна знайти так:

$$F_m = \mu N,$$

де μ – коефіцієнт тертя мотузки по блоку; N – сила реакції блоку на тиск мотузки.

Оскільки на блок тисне вся нитка, то відбувається:

$$N = \mu P_0.$$

Задача. Визначити ККД використання рухомого блоку.

Обладнання: рухомий блок; нитка; штатив; набір тягарців вагою 1 Н; лінійка; динамометр.

Розв'язування. Основне завдання використання рухомого блоку зводиться до підняття вантажу вагою P на висоту h , тобто корисна робота буде:

$$A_k = P h.$$

Вагу вантажу (кількох тягарців) P визначають за допомогою динамометра, а висоту підняття h вимірюють лінійкою.

Використовуючи рухомий блок, прикладають силу F , у двічі меншу, ніж вага тіла P . Але водночас підіймають і сам рухомий блок, який має вагу P_0 . Отже, якщо тіло вагою P підіймають за допомогою рухомого блоку, то прикладають силу:

$$F = \frac{P}{2} + P_0.$$

Вагу рухомого блоку P_0 вимірюють за допомогою динамометра. Оскільки, використовуючи рухомий блок, окрім вигрешу в силі, у двічі програють у відстані, остаточно ККД шукають так:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{P h}{\left(\frac{P}{2} + P_0\right) 2h}.$$

Після спрощення вираз для знаходження ККД використання рухомого блоку набуде вигляду:

$$\eta = \frac{2P}{P + 2P_0}.$$

Висновки і пропозиції. Підтверджено необхідність розв'язання експериментальних і дослідницьких експериментальних задач у процесі навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах. Установлено, що дослідницькі експери-

ментальні задачі доцільно розглядати наприкінці кожного навчального року вивчення фізики в базовій школі.

Внесено пропозицію необхідності підготовки збірника експериментальних задач для кожного класу вивчення фізики.

Список використаної літератури:

1. Фізика. 7–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів (Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07 червня 2017 р. № 804). *Освіта.ua* : вебсайт. URL: <https://ru.osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/>.
2. Іваненко О.Ф., Махлай В.П., Богатирьов О.І. Експериментальні та якісні задачі з фізики : посібник для вчителів. Київ : Рад. шк., 1987. 144 с.
3. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7–11 класах середньої школи : посібник для вчителя. Київ : Рад. школа, 1989. 175 с.
4. Кулик Л.О. Експериментальні задачі в лабораторному практикумі з механіки : методичні рекомендації для викладачів та вчителів фізики. Черкаси : Черкаський національний університет, 2007. 44 с.
5. Гончаренко С.У., Коршак Є.В. Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 1. 7–8 класи. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 1998. 72 с.
6. Галатюк Ю.М., Рибалко А.В., Тищук В.І. Дослідницькі задачі з фізики : навчальний посібник. Харків : Основа: Тріада+, 2007. 160 с.
7. Божинова Ф.Я., Кірюхін М.М., Кірюхіна О.О. Фізика. 7 клас : підручник. Харків : Ранок, 2007. 192 с.
8. Божинова Ф.Я., Ненашев І.Ю., Кірюхін М.М. Фізика. 8 клас : підручник. Харків : Ранок, 2009. 256 с.
9. Божинова Ф.Я., Кірюхін М.М., Кірюхіна О.О. Фізика. 9 клас : підручник. Харків : Ранок, 2009. 256 с.
10. Сиротюк В.Д. Фізика : підручник для 7-го класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Генеза, 2015. 240 с.
11. Сиротюк В.Д. Фізика : підручник для 8-го класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Генеза, 2008. 240 с.
12. Сиротюк В.Д. Фізика : підручник для 9-го класу загальноосвітніх навчальних закладів. Київ : Генеза, 2009. 209 с.
13. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика. 7 клас : підручник. Київ : Генеза, 2014. 168 с.
14. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика. 8 клас : підручник. Київ : Генеза, 2008. 208 с.
15. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика. 9 клас : підручник. Київ : Генеза, 2009. 160 с.

Poletylo S. Formation of generalized experimental skills in physics with the help of experimental problems

The article is devoted to the formation of generalized experimental skills in physics with the help of experimental problems. The importance of experimental problems in physics lessons of secondary schools is substantiated. Based on the analysis of physics textbooks in recent years, there is a tendency to increase the frequency of use of experimental problems in the practice of modern primary school lessons.

Teachers' approaches to the problem of using experimental problems in the practice of modern lessons are considered. The views of scientists on the use of experimental and research experimental problems in lessons are analyzed. It has been found that it is impossible to offer specific recommendations to physics teachers on the frequency of solving experimental problems.

A new approach is proposed, which will provide high quality formation of generalized experimental skills in physics. According to this approach, teachers are offered a collection of experimental problems, some of which are solved in class, and some – in extracurricular and independent work. The ways of organizing students' educational activities aimed at solving experimental problems, including the hour of experimentation, coverage of experimental problems in the school wall and on the school website are detailed.

The need to use experimental research problems at the end of each year of studying physics in primary school is proved. It is proposed to define research experimental problems as those that require an in-depth analysis of the physical essence of the phenomenon, taking into account all the side factors that affect the solution of the problem, contribute to the assimilation of elements of generalized experimental skills. It is shown that the use of research experimental tasks synthesizes the experimental skills acquired by students during training.

The practical solution of two research experimental problems for finding the efficiency of fixed and moving blocks in the lesson is considered on specific examples.

Key word: *experimental problems, generalized experimental skill, basic school, motivating students to solve.*