

УДК 53:378.016]:005.6

DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.78.20>**С. А. Полетило**кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій
Волинського національного університету імені Лесі Українки

УЗАГАЛЬНЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗНАНЬ ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Статтю присвячено впровадженню ефективного шляху забезпечення якості навчання фізики за допомогою узагальнення експериментальних знань. Спираючись на дослідження науковців щодо забезпечення якості навчання фізики, автор помітив, що проблемі узагальнення експериментальних знань бракує уваги в практиці навчання. Здебільшого узагальнення, яких дотримуються вчителі на уроках фізики, стосуються теоретичних знань. Використання узагальнення лише теоретичних знань призводить до значного пониження якості навчання фізики, адже фізика ґрунтується на поєднанні теорії та експерименту.

Практичні підходи, які використовуються для узагальнення експериментальних знань та вмій, нечисленні і не розкривають цінності пропонованого підходу.

Основна ідея пропонованої автором педагогічної технології зводиться до узагальнення знань із фізики на основі розв'язування експериментальних задач, які містять різні способи визначення фізичної величини.

Прикладом узагальнюючої ознаки автор вибрав фізичну величину «маса». Підібрано серію експериментальних задач, які розкривають різні практичні підходи до її експериментального визначення, що забезпечує узагальнення експериментальних знань про масу і є ефективним шляхом забезпечення якості навчання фізики.

Пропонований підхід до узагальнення експериментальних знань схвалено вчителями фізики Волинської області. Практично щодо кожної фізичної величини, яка вивчається в загальноосвітніх навчальних закладах базової школи, пропонований підхід можливий та викликає високий педагогічний ефект. Учні із захопленням ставляться до розв'язування експериментальних задач, їм цікаво, вони пропонують власні задачі.

Звернуто увагу, що такий підхід до узагальнення експериментальних знань учнів із фізики в сьомому класі можна використовувати до понять «густина», «сила», «прості механізми», «тиск», «закон збереження механічної енергії».

Внесено пропозицію в необхідності підготовки збірника експериментальних задач із фізики для учнів загальноосвітніх навчальних закладів, які б містили різноманітні підходи до визначення конкретних фізичних величин.

Ключові слова: узагальнення, нова педагогічна технологія, якість знань учнів, серії експериментальних задач, базова школа, інтерес учнів до розв'язування.

Постановка проблеми. Проблема узагальнення фізичних знань не є новою. Успішне її вирішення дає змогу забезпечити високу якість фізичних знань учнів, що є неодмінною вимогою сьогодення. Методисти та вчителі-практики розуміють узагальнення фізичних знань по-різному. Одні віддають перевагу узагальненню на рівні теорій, інші – на рівні законів, треті – на рівні понять та явищ. З огляду на те, що фізика ґрунтується на поєднанні теорії та експерименту, проблемі узагальнення експериментальних знань приділяється мало уваги. На нашу думку, узагальнення експериментальних знань і вмій залишає відбиток на подальшому використанні фізичних знань у житті кожної людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У методичній літературі зустрічаються різні під-

ходи до узагальнення знань на уроках фізики. Одні автори вбачають цінність узагальнення знань у можливості учнів використовувати ці знання як у межах предмета «фізика», так і в межах інших дисциплін і в повсякденному житті. При цьому вони вважають, що узагальнення передбачає первісне вивчення окремих предметів, виділення в них істотно спільного та особливого, об'єднання їх у групи за відібраними істотними ознаками, поділ на види і тому подібне [1, с. 60]. На думку класика методичної науки О.І. Бугайова, узагальнення фізичних знань забезпечує високу якість знань учнів через їх системність [2, с. 81].

Л.А. Осадчук [3], В.Ф. Савченко [4], Ю.М. Галатюк, В.І. Тищук [5], В.Ф. Сиротюк [6] сходяться на тому, що різноманітність узагальнюючих підходів дає змогу отримати високу якість

навчання фізики через використання узагальнюючих планів вивчення фізичних явищ, понять, законів, теорій тощо. Разом із тим варто підкреслити, що практичні підходи до використання узагальнення експериментальних знань та вмінь нечисленні і не розкривають цінності згаданого підходу для високої якості навчання.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є запровадження ефективного шляху узагальнення знань із фізики на основі розв'язування експериментальних задач, які містять різні способи визначення фізичної величини.

Виклад основного матеріалу. Узагальнення фізичних знань потребує виділення певної ознаки та об'єднання навколо неї фізичних фактів. Одним із шляхів узагальнення знань учнів (за вибраною ознакою) є розв'язування експериментальних задач щодо визначення фізичної величини, якою є маса тіла.

Поняття «маса» не можна вважати таким, що притаманне лише фізичній науці. Це поняття незамінне у вивченні інших предметів, таких як хімія, біологія, трудове навчання. Узагальнення учнівських знань на основі ознаки «маса» нами здійснювалося на спеціальному уроці наприкінці вивчення курсу фізики 7 класу. Результатом уроку стало те, що учні усвідомили можливість визначення маси багатьма методами.

Розв'язавши серію спеціально підібраних експериментальних задач (наведену нижче), наголошуємо на існуванні трьох підходів до визначення поняття «маса», з одним з яких учні зустрінуться в старших класах (зокрема, як знайти масу невидимої частинки), що мотивує їх на старанний пошук нових методів. Крім того, пропонуємо учням і такі експериментальні задачі, завдяки яким вони могли б зрозуміти важливість поняття «маса» для знаходження інших величин.

Серія експериментальних задач, які ми пропонували семикласникам для узагальнення поняття «маса», наведена нижче.

Задача № 1. Визначити масу однієї краплини води.

Обладнання: піпетка; склянка з водою; мензурка; лінійка.

Розв'язування. Крапають у мензурку N крапель води до однієї з її поділок. Знаходять масу води в мензурці за формулою: $m = \rho V$, де ρ – густина води. Масу однієї краплинки шукають, розділивши усю масу води в мензурці на кількість крапель:

$$m_0 = \frac{m}{N}.$$

Задача № 2. Порівняйте маси двох брусків: мідного та алюмінієвого.

Обладнання: лінійка; підручник.

Розв'язування. Маса кожного з брусків подають через їх густини:

$$m_1 = \rho_1 V_1, \quad m_2 = \rho_2 V_2,$$

де ρ_1 та ρ_2 – густини міді та алюмінію, відповідно (знаходять у підручнику в таблиці густин); V_1 та V_2 – об'єми мідного та алюмінієвого брусків (вимірюють лінійкою: множать довжину на ширину і на висоту), відповідно. Після підстановки даних порівнюють маси брусків.

Задача № 3. Є 8 кульок, виготовлених з однакового матеріалу, однакових за розміром і виглядом матеріалу. Одна з кульок має порожнину. За допомогою двох зважувань знайти кульку з порожниною.

Обладнання: терези.

Розв'язування. На кожну з шальок зрівноважених терезів кладуть по три кульки (перше зважування). Якщо терези зрівноважені, то кулька з порожниною серед тих двох, які не важились. Далі – на кожну шальку кладуть по одній із кульок, які не важились (друге зважування). Легша кулька має порожнину.

Якщо ж одна із трійок виявилася легшою (перше зважування), то серед них є кулька з порожниною. Із цієї трійки довільно вибирають дві і їх маси порівнюють за допомогою терезів (друге зважування). Коли ж обидві кульки зрівноважені, то порожнину матиме та, яка другий раз не зважувалась.

Задача № 4. Визначити матеріал, з якого зроблено деталь.

Обладнання: деталь; терези з важками; мензурка з водою; підручник.

Розв'язування. На терезах зважують деталь і знаходять її масу m . Далі деталь занурюють у мензурку і знаходять її об'єм V . Густина деталі знаходять за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

За допомогою таблиці густин, наведеної в підручнику, визначають матеріал, з якого зроблено деталь.

Задача № 5. Що важче: олівець чи кулькова ручка?

Обладнання: олівець; кулькова ручка; лінійка; гумка для витирання олівця.

Розв'язування. Ставлять гумку на найменшу грань і зрівноважують на ній лінійку. На кінці лінійки одночасно кладуть олівець та ручку. Предмет, який опуститься вниз, і буде важчим [7].

Задача № 6. Визначити, маса якої монети більша.

Обладнання: дві монети різного номіналу; пінцет; нитка; аркуш паперу; олівець.

Розв'язування. Стискають ніжки пінцета і надівають на них нитяну петлю так, щоб ніжки майже торкались одна одної. Притискають до аркуша паперу кінці ніжок пінцета і позначають їх краї. З обох боків ніжок кладуть монети і, притримуючи пінцет рукою, стягують петлю з ніжок [8, с. 40–41]. Фіксують відстані, на які перемістяться монети.

Маса тієї монети, яка пройшла меншу відстань, буде більшою і навпаки.

Задача № 7. Визначте товщину алюмінієвої фольги.

Обладнання: алюмінієва фольга у формі паралелепіпеда; учнівська лінійка; терези з набором важків; підручник.

Розв'язування. Маса фольги через густину ρ та об'єм V виражається так:

$$m = \rho V,$$

де об'єм: $V = abh$; a – довжина, b – ширина, h – товщина фольги.

Враховують останній вираз і отримують:

$$m = \rho a b h,$$

звідки:

$$h = \frac{m}{\rho ab}.$$

Масу фольги знаходять зважуванням, довжину і ширину фольги – лінійкою, густину алюмінію – за таблицею густин підручника.

Задача № 8. Визначити метал, з якого виготовлено дрiт.

Обладнання: моток дроту; рулетка; учнівська лінійка, терези з важками.

Розв'язування. Метал, з якого виготовлено дрiт, шукають за допомогою таблиці густин, наведеної в підручнику. Густина речовини знаходять так:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Масу дроту m шукають зважуванням дроту, а об'єм V знаходять як об'єм циліндра: площу основи S множать на висоту циліндра l , тобто:

$$V = S \cdot l.$$

Відомо, що в основі циліндра лежить круг, тому

$$S = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Остаточно:

$$\rho = \frac{m}{\pi l d^2}.$$

Діаметр дроту d знаходять за допомогою лінійки, а довжину дроту l – за допомогою рулетки.

Задача № 9. Встановіть метал, з якого виготовлене тіло.

Обладнання: мензурка з водою, нитка, терези з набором важків, підручник.

Розв'язування. Якщо відома густина металу, то за таблицею густин легко встановити, про який метал йдеться. Густина металу знаходять за формулою густини:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Масу m тіла шукають зважуванням, а його об'єм V – за допомогою мензурки.

Задача № 10. Визначте, до якого рівня підніметься вода в мензурці, якщо в неї опустити деталь із заліза.

Обладнання: терези з важками; деталь із заліза; нитка; мензурка з водою.

Розв'язування. Спочатку знаходять масу деталі m , потім за таблицею густин – густину заліза ρ . Об'єм деталі із заліза шукають так:

$$V = \frac{m}{\rho}.$$

Саме на стільки зміниться об'єм води в мензурці (об'єм деталі із заліза виражають у кубічних сантиметрах). Щоб дізнатись, до якого рівня підніметься вода в мензурці, до початкового рівня води в мензурці додають знайдений об'єм V .

Щоб перевірити правильність зробленого підрахунку, деталь із заліза підвішують на нитці й опускають у мензурку з водою. Якщо покази підтвердились, завдання виконано правильно.

Задача № 11. Визначити довжину мідного дроту в мотку, не розмотуючи його.

Обладнання: моток мідного дроту; терези з важками; штангенциркуль.

Розв'язування. Якби дрiт був розмотаний, то він мав би форму циліндра з висотою l та площею основи S . Об'єм V цього циліндра був би:

$$V = l \cdot S.$$

Масу дроту m можна подати через густину ρ та об'єм V :

$$m = \rho V.$$

Враховуючи попередній вираз:

$$m = \rho l S.$$

Оскільки основою циліндра є круг, його площа S знаходиться так:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Після підстановки знаходять:

$$m = \frac{\rho \pi d^2}{4} l,$$

звідки:

$$l = \frac{4m}{\rho \pi d^2}.$$

Масу мотка шукають зважуванням, діаметр дроту вимірюють штангенциркулем.

Підготовка уроку потребує значних зусиль вчителя, особливо в плані підготовки експерименту. Кожному учню переробити усю серію експериментальних завдань не під силу за браком часу. Тому клас розбиваємо на групи. На столах, за якими розташовуються учнівські групи, окрім обладнання, знаходиться картка-завдання. Після виконання першого експериментального завдання групи міняються місцями. Обов'язковий елемент уроку – підсумок виконання експериментальних задач. Представники груп протягом двох хвилин мають розповісти про шлях розв'язування конкретного експериментального завдання. Цікавість учнів до такого уроку надзвичайно велика, урок їх захоплює, набуває елементів змагальності.

Повністю усі завдання вдається розв'язати, якщо проводити з двоєний урок.

Висновки і пропозиції. Такий підхід до узагальнення експериментальних знань учнів

із фізики у 7-му класі можна використовувати до понять «густина», «сила», «прості механізми», «тиск», «закон збереження механічної енергії».

Внесено пропозицію щодо підготовки збірника експериментальних задач із фізики для учнів загальноосвітніх навчальних закладів, які б містили різноманітні підходи до визначення конкретних фізичних величин.

Список використаної літератури:

1. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Разумовский и др.; под ред. А.В. Перышкина и др. Москва : Просвещение, 1984. 398 с.
2. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теорет. основы. Москва : Просвещение, 1981. 288 с.
3. Осадчук Л.А. Методика преподавания физики. Киев : Вища школа, 1984. 352 с.
4. Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. Конспект лекцій з методики навчання фізики в старшій школі. Чернігів : ЧДПУ, 2002. 288 с.
5. Галатюк Ю.М., Тищук В.І. Дослідна робота учнів з фізики. Харків : Основа "Тріада", 2007. 192 с.
6. Сиротюк В.Ф. Методика навчання фізики. URL: www.kspu.edu.
7. Давидьон А.А. Експериментальні задачі з фізики для 7–9 класів : посібник для вчителів фізики. Чернігів : Десна, 1997. 43 с.
8. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7–11 класах середньої школи : посібник для вчителя. Київ : Рад. школа, 1980. 175 с.

Poletylo S. Generalization of experimental knowledge as one of the ways to ensure the quality of teaching physics

The article is devoted to the introduction of an effective way to ensure the quality of teaching physics through the generalization of experimental knowledge. Based on existing research by scientists to ensure the quality of teaching physics, the author noted that the problem of generalization of experimental knowledge is given insufficient attention in teaching practice. In most cases, the generalizations followed by teachers in physics lessons usually concern theoretical knowledge. The use of generalization of only theoretical knowledge leads to a significant reduction in the quality of teaching physics, because physics is based on a combination of both theory and experiment.

Practical approaches used to generalize experimental knowledge and skills are few and do not reveal the value of the proposed approach.

The main idea of the pedagogical technology proposed by the author is to generalize knowledge of physics on the basis of solving experimental problems that contain different ways to determine the physical quantity.

As an example of a generalizing feature, the author chose the physical quantity "mass". A series of experimental problems has been selected, which reveal various practical approaches to its experimental definition, which provides a generalization of experimental knowledge about mass and is an effective way to ensure the quality of teaching physics.

The proposed approach to the generalization of experimental knowledge was approved by physics teachers of Volyn region. For almost every physical quantity that is studied in secondary schools, the proposed approach is possible and causes a high pedagogical effect. Students are passionate about solving experimental problems, they are interested, they offer their own problems.

It is noted that such an approach to the generalization of experimental knowledge of students in physics in the seventh grade can be used to the concepts of "density", "force", "simple mechanisms", "pressure", "the law of conservation of mechanical energy".

A proposal was made to prepare a collection of experimental problems in physics for students of secondary schools, which would contain various approaches to determining specific physical quantities.

Key words: *generalization, new pedagogical technology, quality of students' knowledge, a series of experimental problems, basic school, students' interest in solving.*