

УДК 372.853

Мельник Ю.С.

## ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ УЧНІВ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ПРИКЛАДНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ З ФІЗИКИ

У статті охарактеризовано загальні й часткові способи розв'язування прикладних експериментальних задач з фізики. Розглянуто психолого-дидактичні та методичні аспекти формування практичних умінь учнів застосовувати фізичні закони й закономірності. Визначено складові методики навчання старшокласників формулюванню й розв'язуванню експериментальних задач.

Ключові слова: прикладна експериментальна задача, уміння формулювати і розв'язувати експериментальні задачі, винахідницька діяльність, підготовчі вправи, алгоритмічний припис, густина, об'ємна вага та липкість ґрунту.

**Постановка проблеми.** Здійснення прикладного дослідження, яке структурно можна представити у вигляді низки експериментальних задач є невід'ємним компонентом винахідницької діяльності, спрямованої на вирішення певної виробничо-технологічної проблеми. Ефективність такої діяльності залежить від рівня практичних умінь учнів розв'язувати прикладні експериментальні задачі з фізики.

Складність розглядуваної проблеми обумовлюється насамперед тим, що експериментальні задачі належать до категорії творчих, тобто не мають відомого алгоритму розв'язку. Як свідчить практика, досить часто учні виявляються невідповідними до їх розв'язання, не вміють самостійно скласти експериментальну установку, здійснити вимірювання, обробити результати дослідження, зробити висновок тощо.

Значні ускладнення виникають на етапі відшукування можливих способів розв'язування задач, а також під час формулювання умови на основі експериментальних даних, що характеризують виробничі процеси й роботу механізмів. Тому формування вмінь конструювати й розв'язувати відповідні

задачі прикладного змісту потребує створення спеціальної методики, що й обумовлює актуальність досліджуваної проблеми.

**Аналіз актуальних досліджень.** Помітний вклад у розроблення проблеми організації та підвищення ефективності винахідницької діяльності учнів у процесі навчання фізики внесли М.А. Віднічук, А.А. Давиденко, В.Г. Разумовський [6]. Проблему підвищення ролі експериментальної роботи учнів, вдосконалення її змісту та методів досліджували О.І. Бугайов [1], М.В. Головка [2], С.У. Гончаренко [4], П.О. Знаменський, Є.В. Коршак [1; 7], О.І. Ляшенко та інші. Питання розроблення й розв'язування експериментальних задач розглядали І.Г. Антіпін, В.О. Буров, С.У. Гончаренко [7], Е.О. Довнар, В.М. Ланге та інші.

**Мета статті** — поглиблено вивчити питання щодо пошуку ефективних способів і прийомів розв'язування прикладних експериментальних задач з фізики.

**Виклад основного матеріалу.** Наголошуючи на важливості навчання учнів не лише успішно розв'язувати, а й самостійно добирати та формулювати експериментальні задачі, доречно навести висловлювання видатного вченого, академіка І.К. Кікоїна. Він зазначав: «Здійснюючи певну експериментальну роботу, фізик-практик звертається до природи, проте вона «відповідає» лише на коректно поставлене запитання. Тому фізичний експеримент має бути здійснено максимально реалістично, інакше досліджувач не отримає вірогідного результату. Талант експериментатора й визначається здібністю максимально об'єктивно здійснювати дослідну роботу» [5, с. 5].

Експериментальні задачі з фізики розглядаємо як окремий вид навчальних завдань, розв'язування яких пов'язане з предметною діяльністю. Характерним для неї є використання спеціальних засобів та приладів, що потребує засвоєння певної множини спеціальних знань, умінь і навичок. Діяльність, що здійснює учень під час розв'язування експериментальної задачі — процес учіння, а кінцева мета — формування визначеної структури знань, умінь, навичок і навчальних компетентностей.

Експериментальні — це фізичні задачі, постановка та розв'язування яких органічно пов'язані з вимірюваннями, відтворенням природних явищ, спостереженнями за фізичними процесами, складанням експериментальних пристроїв, розробленням приладів, проведенням досліджень тощо.

Перевага подібних задач полягає в тому, що вони не можуть бути розв'язані лише формально, без розуміння сутності певного фізичного процесу. Наприклад, під час вивчення дії реостата учні усвідомлюють різницю між приладом, що регулює струм у ланцюзі, і потенціометром [1; 3].

Процес формулювання й розв'язування прикладних експериментальних задач — складна багатокomпонентна діяльність, що складається з окремих дій. Необхідною, але недостатньою умовою успішного виконання будь-якої діяльності є сформованість умінь та навичок виконувати окремі її елементи. Під поняттям «*уміння*» розуміємо готовність учня до певних дій або операцій відповідно до поставленої мети на основі наявних знань (А.В. Усова, А.О. Бобров та інші) [8]. Процес навчання учнів формулювати і розв'язувати експериментальні задачі розглядаємо як формування відповідного складного вміння.

Визначимо основні складові методики навчання учнів формулюванню й розв'язуванню прикладних експериментальних задач.

*Детальне вивчення теоретичного матеріалу, що стосується фізичних явищ та процесів.* Актуальною проблемам прикладної спрямованості фізики постає перед учнями профільних шкіл, особливо хто планує продовжувати навчання з фізико-технічних спеціальностей. Успішність дослідницької діяльності залежить від відповідної теоретичної підготовки. Розв'язування винахідницьких задач передбачає дослідження певних фізичних явищ та процесів. В основі роботи значної кількості пристроїв і механізмів лежать певні фізичні закономірності. Для того, щоб мати уявлення про принципи їх дії, потрібна відповідна теоретична підготовка.

*Математичне забезпечення процесу розв'язування прикладних експериментальних задач.* Засвоєння відповідного математичного апарату є

недостатньою умовою сформованості вмінь застосовувати його у процесі розв'язування експериментальних задач. Важливою складовою процесу навчання виступає цілеспрямована теоретична підготовка, що передбачає засвоєння методів наближених обчислень, побудови та перетворення графіків, оцінки похибок результатів вимірювань, висування та перевірки гіпотез щодо аналітичних залежностей між досліджуваними величинами тощо.

*Застосування підготовчих вправ для набуття окремих експериментальних умінь.* Важливим етапом є набуття учнями окремих елементарних умінь, що виступає необхідною умовою успішної навчальної діяльності. Вони формуються у процесі виконання підготовчих вправ, від яких залежить успішність розв'язування експериментальних задач.

*Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі винахідницької діяльності.* На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій важко уявити ефективну експериментальну діяльність без використання комп'ютерної техніки. Мотиваційною складовою такої діяльності є зацікавленість в отриманні конкретного результату (побудова функціональної залежності, розроблення презентації або проекту, проведення патентного пошуку та ін.), який має значущість для досягнення кінцевого продукту (теоретичне обґрунтування та експериментальне випробовування винайденого пристрою, оформлення патенту, підготовка конкурсних матеріалів тощо).

*Навчання старшокласників знаходити можливі способи розв'язування прикладних експериментальних задач.* На етапі визначення способів розв'язування прикладних задач виникають значні ускладнення. Успішному розвитку відповідного вміння сприяє формування у старшокласників певної бази знань — упорядкованої системи алгоритмів розв'язування задач. Цього досягають шляхом вивчення системи цікавих експериментальних задач, що потребують відповідей на запитання «як зробити?», «як визначити?» тощо.

Вибір та організація тієї множини інформації, що необхідна для розв'язування задачі, переважно визначається особистісним досвідом, професійним рівнем, нахилами і здібностями дитини.

Сформулюємо умови уніфікації алгоритмічних приписів розв'язування задач:

- множина реакцій поведінки проявляється у виконанні приписів, сформульованих у вигляді «алгоритму дій», визначається рівнем усвідомлення умови задачі, глибиною цілепокладання;
- формуючи структуру та зміст припису, враховують множину ініційованих ним структур діяльності;
- з огляду на загальну класифікацію експериментальних задач, за якою вони поділені на ілюстративні й дослідницькі, формується зміст і структура припису відповідно до педагогічного завдання.

Опис експериментальної задачі, в якому традиційно визначаються мета, обладнання, план виконання, певні теоретичні відомості, є документом, який учень опрацьовує у процесі самостійного дослідження. Тому він повинен спрямовувати власні сили на творчі дії, адже вони є невід'ємною складовою майбутньої професійної діяльності. Алгоритм виконання описується розгалуженим графом з альтернативою вибору.

З накопиченням досвіду розв'язування експериментальних задач спрощується операція перенесення алгоритму розв'язку у нові педагогічні умови, механізм якої полягає в усвідомленні загального у структурі дій.

Наведемо приклади прикладних експериментальних задач з фізики.

*Задача.* Визначити густину та об'ємну вагу ґрунту.

*Обладнання:* важільні терези, циліндр-бур, електроплитка, дерев'яний молоток, металевий лист, посудина з водою, масштабна лінійка.

*Теоретичні відомості.* Вивчаючи основні складові ґрунту, розглянемо його агрегатні стани: твердий, рідкий та газоподібний. Кожному з них відповідає густина твердої фази, скелета ґрунту, а також ґрунту у звичайному стані.

Для обчислення густини твердої фази потрібно визначити масу сухого ґрунту в одиниці об'єму. Щоб визначити густину скелета ґрунту, необхідно масу сухого ґрунту в непорушному стані (з отворами і порами) розділити на його об'єм. З метою виконання експериментальної роботи потрібно

виготовити циліндр-бур для взяття проб ґрунту й утримання його в непорушному стані. Для цього можна використати металеву трубу діаметром 8-9 см довжиною 10-12 см. Один кінець труби загострюють.

Об'єм циліндра обчислюють за формулою:  $V = \pi R^2 h$ , де  $R$  — радіус внутрішньої частини циліндра-бура;  $h$  — його висота.

У практиці часто виникає потреба здійснювати обчислення об'ємної ваги різних речовин, у тому числі й ґрунту:  $d = \rho g$ , де  $d$  — об'ємна вага;  $\rho$  — густина;  $g = 9,81$  Н/кг.

Алгоритм розв'язування експериментальної задачі такий:

1. Дерев'яним молотком забити циліндр-бур у ґрунт.
2. Обкопати ґрунт навколо циліндра.
3. Підрізати його лопаткою на рівні нижньої основи.
4. Не відриваючи лопатки, накрити листком жерсті або картону і перевернути.

5. Визначити масу ґрунту в звичайному стані.

6. Обчислити його густину:  $\rho = \frac{m}{\pi \cdot R^2 \cdot h}$ .

7. Обчислити об'ємну вагу в звичайному стані:  $d = \rho g$ .

8. Висипати ґрунт на лист металу і просушити, не допускаючи згорання органічних речовин.

9. Визначити масу сухого ґрунту.

10. Обчислити густину скелета:  $\rho_c = \frac{m_c}{\pi \cdot R^2 \cdot h}$ .

11. Обчислити його об'ємну вагу:  $d_c = \frac{m_c \cdot g}{\pi \cdot R^2 \cdot h}$ .

*Задача.* Виміряти величину липкості ґрунту.

*Обладнання:* динамометр, металевий диск діаметром близько 10 см, нерухомий блок, посудина з водою, ящик з ґрунтом (металевий диск має в ньому вільно поміщатися).

*Теоретичні відомості.* Липкість ґрунту є важливою характеристикою. Вона визначає його здатність у зволоженому стані прилипати до різних предметів. Значення липкості беруть до уваги під час розрахунку зусилля у процесі оброблення зволоженого ґрунту, а також коли його використовують як будівельний матеріал.

Липкість визначається відношенням зусилля, потрібного щоб відірвати предмет від липкого ґрунту, до площі відривання:

$\tau = F/S$ , де  $\tau$  — липкість ґрунту;  $F$  — сила, прикладена перпендикулярно до його поверхні під час відривання предмета;  $S$  — площа зчеплення ґрунту з предметом.

Алгоритм розв'язування задачі.

1. На штативі підвісити нерухомий блок. Через нього перекинути міцну нитку. До одного кінця прив'язати металевий диск, до іншого — динамометр.
2. Під диском встановити ящик із зволоженим ґрунтом.
3. Диск опустити в ящик і міцно притиснути (щоб він прилип до ґрунту).
4. За допомогою динамометра простежити, при якому зусиллі диск відірветься (динамометр зачепити за середину диска).
5. Обчислити площу диска ( $S=\pi R^2$ , де  $R$  — радіус диска).
6. Обчислити липкість ґрунту за формулою  $\tau = F/S$  (маса диска не враховується) та зробити висновки.

*Задача.* Визначити питому електропровідність ґрунту методом компенсаційної схеми.

*Обладнання:* місток Уітсона, джерело змінного струму напругою до 36 В, відомий опір (реохорд), вібраційний гальванометр, вимикач, підвідні провідники, ящик з ґрунтом прямокутної форми, електроди.

*Теоретичні відомості.* Ґрунт в основному має іонну провідність. Тому якісно просушений ґрунт є діелектриком. Залежність його електропровідності від вологості використовується під час визначення рівня зволоженості,

хімічного складу, наявності мінеральних добрив, засоленості ґрунтів.

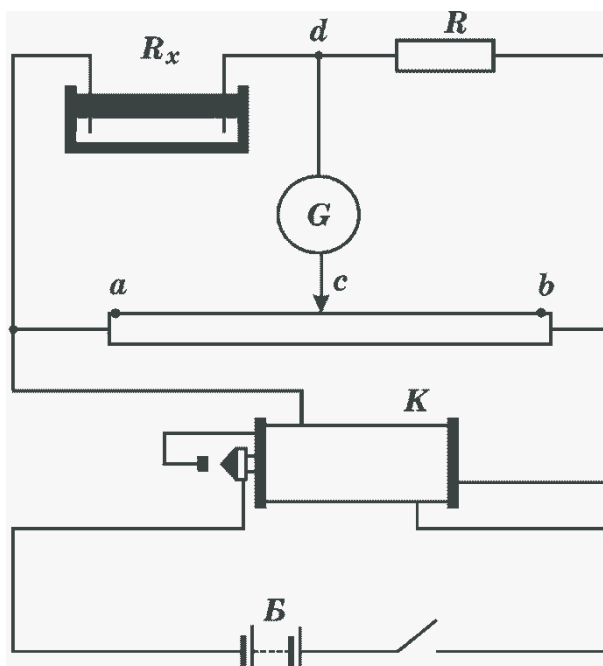
Опір ділянки кола, що становить ґрунт, визначаємо з відношення:

$$\frac{R_x}{R} = \frac{r_{ac}}{r_{bc}}, \text{ де } R_x \text{ — шуканий опір, } R \text{ — відомий опір реохорда, } r_{ac} \text{ —}$$

опір лівої частини дроту,  $r_{bc}$  — опір правої частини.

Якщо виразити опір дротини через питомий, одержимо рівняння:  $\frac{R_x}{R} = \frac{\rho l_1 S}{\rho l_2 S}$ , звідки маємо:  $\frac{R_x}{R} = \frac{l_1}{l_2}$ . Шуканий опір обчислюємо за формулою:  $R_x = R \frac{l_1}{l_2}$ ,

де  $l_1$  та  $l_2$  — довжина лівого й правого плечей реостата відповідно (рис. 1).



**Рис. 1. Місткова схема для визначення питомої електропровідності ґрунту**

Алгоритм розв'язування задачі.

1. За електричною схемою скласти відповідний пристрій.
2. Визначити площу вставлених в ящик з ґрунтом електродів.
3. Замкнувши коло і переміщуючи ковзаючий контакт, добитися відсутності струму в гальванометрі.

4. Виміряти довжини відрізків  $l_1$  та  $l_2$ .

5. Знаючи величину  $R$ , обчислити опір ґрунту.

6. Обчислити питому електропровідність ґрунту за формулою:

$$\lambda = \frac{l_2}{R S l_1}, \text{ де } l \text{ — довжина активної частини ґрунту.}$$



Важливим елементом сільськогосподарської діяльності є сезонні польові роботи: оранка, боронування, сів, збирання врожаю та ін. Перевертання шару ґрунту плугом (без передплужника) під час оранки можна умовно розглядати як послідовне переміщення прямокутника ABCD. Припускаючи, що шар ґрунту не деформується і його розміри  $BC = a$  — глибина оранки і  $BA = b$  — ширина захвату плуга не змінюються. Відрізаний шар ABCD під дією плуга спочатку повертається навколо вершини A до вертикального положення  $A_1B_1C_1D_1$ , а потім — навколо вершини  $D_1$ , доки дотикатиметься до раніше відрізаного шару.

Збільшення глибини оранки при фіксованій ширині, тобто збільшення сторони  $D_1A_2$  прямокутника  $D_1A_2B_2C_2$ , може спричинити те, що центр O маси шару спроектується ліворуч точки  $D_1$  і шар після проходження плуга відвалиться у борозну. Тому важливо не перевищувати допустиме відношення глибини до ширини захвату плуга.

*Задача.* Граничне відношення  $a/b=k$ . Це випадок нестійкої рівноваги, тому що точка O проектується у вершину  $D_1$ . Визначимо k.

Оскільки  $BD_1 = AD_1$ , то й  $D_1D_1' = AB = b$ ,  $D_1B_2C_2 = D_1'D_1A_2'$  (як кути зі взаємно перпендикулярними сторонами), то  $\Delta B_2C_2D_1$  і  $\Delta D_1A_2'D_1'$  подібні. Тому  $D_1B_2/D_1C_2 = D_1D_1'/D_1A_2'$ ;  $(a + b)^{1/2}/b = b/a$ ,  $(a/b)l + 1 = (b/a)l$ ;  $kl + 1 = 1/kl$ ;  $k^4 + kl - 1 = 0$ ,  $k = ((5)^{1/2} - 1/2)^{1/2} = 0,786$ .

Глибина оранки не повинна перевищувати 0,79 ширини захвату плуга. Для стандартного плуга з шириною захвату 35 см глибина оранки становить 27 см.

**Висновки.** Отже, складовими успішного навчання старшокласників формулюванню і розв'язуванню прикладних експериментальних задач є детальне вивчення теоретичного матеріалу, що стосується фізичних явищ та процесів, навчання висування ідей можливих способів їх розв'язування, математичне забезпечення, набуття за допомогою підготовчих вправ спеціальних умінь, використання інформаційно-комунікаційних технологій тощо.

## Список використаних джерел

1. Бугайов О.І. Тести. Фізика / О.І. Бугайов, Є.В. Коршак, К.В. Корсак. — К.: Освіта, 1993. — 95 с.
2. Головка М.В. Розвиток теорії і практики електронного підручника з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів / М.В. Головка // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць. — К.: Пед. думка, 2006. — Вип. 6. — С. 42-51.
3. Гольдфарб Н.И. Сборник вопросов и задач по физике: учебное пособие / Н.И. Гольдфарб. — 5-е изд. — М.: Высш. шк., 1983. — 351 с.
4. Гончаренко С.У. Фізика: Методи розв'язування задач / С.У. Гончаренко. — 2-е вид. — К.: Либідь, 1996. — 128 с.
5. Опыты в домашней лаборатории / [ответств. ред. И.К. Кикоин]. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. — 144 с. — (Библиотечка «Квант»; вып. 4).
6. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе / В.Г. Разумовский // Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1966. — 154 с.
7. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики / С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак, А.І. Павленко, О.В. Сергеев, В.І. Баштовий, Н.М. Коршак // Посібник для вчителя [за заг. ред. Є.В. Коршака]. — К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. — 185 с.
8. Усова А.В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А.В. Усова, А.А. Бобров // Пособие для учителя. — М.: Просвещение, 1988. — 122 с.

В статье охарактеризованы общие и частные методы решения прикладных экспериментальных задач по физике. Рассмотрены психолого-дидактические и методические аспекты формирования практических умений учащихся применять физические законы и закономерности. Определены составляющие методики обучения старшеклассников формулировке и решению экспериментальных задач.

Ключевые слова: прикладная экспериментальная задача, умение формулировать и решать экспериментальные задачи, изобретательская деятельность, подготовительные упражнения, алгоритмическое предписание, плотность, объемный вес и липкость почвы.

The article described the general and particular methods of solving applied experimental problems in physics. Considered psycho-didactic and methodological aspects of the formation of practical skills of students to apply physical laws and patterns. The components of the formulation methods of teaching pupils formulation and solving experimental problems.

Key words: applied experimental task, skills to define and solve the experimental tasks, research and development work, preparatory exercises, the algorithmic requirement, density, bulk density and stickiness of the soil.