

**МЕТОДИКА. ДОСВІД. ПОШУК**  
**СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ**  
**ПОНЯТТЯ СКАЛЯРНОЇ ВЕЛИЧИНИ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ**  
**І МАТЕМАТИКИ**

Марія БЕНЕДИСЮК, кандидат педагогічних наук, викладач  
Житомирського державного університету імені Івана Франка

Формування і розвиток поняття скалярної величини можливе, на нашу думку, лише впродовж усього періоду навчання математики і фізики у процесі вивчення конкретних скалярних величин. Процес формування понять в учнів тривалий і складний. Поняття створюється не відразу, а виникає і розвивається поступово, стаючи все більш повним і глибоким. Тим більше це відноситься до складних понять, яким є поняття «скалярна величина». Лише у міру накопичення знань про загальні властивості конкретних скалярних величин можливі деякі узагальнення і систематизація цих властивостей на все більш і більш високому рівні. На думку психологів Д. Богоявленського, Н. Менчинської, Л. Занкова, Д. Ельконіна, В. Давидова, підвищення рівня узагальнень матеріалу, що вивчається, пов'язане з підвищенням наукового рівня знань учнів. У процесі узагальнень властивостей скалярних величин поступово формуватимуться в учнів загальні уявлення про скалярні величини.

Формальне ж уведення тієї або іншої аксіоматики скалярних величин непосильне для учнів основної школи. Згідно загальних положень теорії пізнання «завдання навчання зводиться до того, щоб забезпечити не просту абстракцію, а змістову, в процесі якої здійснюється мислене виділення суттєвих особливостей предмета» [3, с. 63]. У методиці приймається той факт, що найчастіше аксіоматичний метод у навчанні застосовується тоді, коли учні вже володіють відомим об'ємом знань з метою узагальнення й організації їх у систему. Таким чином, ні про який повний аксіоматичний метод при формуванні поняття скалярної величини говорити не доводиться. Завдання полягає в тому, щоб виробити інтуїтивно зрозумілий учням спосіб викладу

матеріалу, який вільний від формалістики і не суперечить подальшим уточненням поняття скалярної величини у старшій школі.

Розгляд різних підходів до поняття скалярної величини дозволив виділити ті основні відомості про це поняття, які можуть бути викладені учням на тому або іншому рівні строгості залежно від їх вікових особливостей. Неповне або нестроге введення поняття скалярної величини повинно допомагати, а не заважати надалі повнішому засвоєнню цього поняття на будь-якому рівні строгості.

Практична реалізація другого пункту, а саме навчання учнів практичному застосуванню скалярних величин у зв'язку з вимірюваннями і обчисленнями, нерозривно пов'язана з першим, оскільки, по-перше, поняття величини і вимірювання тісно взаємозв'язані, і, по-друге, «процес формування понять розуміється як і одночасний процес формування в учнів відповідною цим поняттям системи умінь і навичок» [3]. Навчання учнів вимірювати величини, математично обробляти результати цих вимірювань - процес тривалий і тому повинен здійснюватися поступово і неперервно.

Таким чином, методика вивчення поняття скалярної величини з урахуванням міжпредметних зв'язків може бути побудована на наступних основних положеннях:

1. Формування і розвиток загальних уявлень учнів про скалярну величину повинно здійснюватися поступово, в процесі вивчення конкретних величин з подальшими узагальненнями їх властивостей.

2. Вивчення конкретних величин повинно здійснюватися так, щоб, у першу чергу, виявлялися ті їх властивості, які лежать в основі загального визначення поняття скалярної величини.

3. При первинному формуванні поняття про величини повинні враховуватися життєві уявлення учнів.

4. У процесі формування і розвитку поняття про скалярну величину повинні враховуватися вікові особливості учнів [1, с. 43].

У зв'язку з викладеними вище положеннями вивчення конкретних величин може передбачати розгляд наступних моментів:

1. *Обґрунтування введення тієї або іншої величини.* Введенню величин передуює вивчення властивостей об'єктів, які виявляються у процесі порівняння. Необхідність такого порівняння і слугує обґрунтуванням уведення величин, хоча може бути і недостатнім. Реалізація цього дає можливість виділити одну із загальних властивостей скалярних величин, що полягає в тому, що для однорідних скалярних величин існує відношення рівності і нерівності, яка встановлюється кожного разу спеціально для різних за своєю природою величин.

2. *Введення відношень «бути сумою» і «бути помноженою (діленою) на число».*

3. *Встановлення для похідних величин зв'язку між величинами, введення формул для їх розрахунків.*

4. *Введення одиниці величини.*

5. *Обґрунтування способів вимірювання величини.*

6. *Розкриття наближеного характеру вимірювань.*

7. *Встановлення властивостей величин, що впливають у процесі вимірювань.*

У нашій роботі основні властивості величин, а також знання, вміння і навички вимірювань їх формувалися і засвоювалися учнями в ході наочної діяльності у процесі виконання фронтальних практичних завдань і завдань з дидактичними картками, які активізували пізнавальну діяльність учнів.

Більшість завдань були нетривалі за часом виконання. Ми їх поділили на наступні:

1. Завдання, що готують учнів до введення тієї або іншої величини. Ці завдання включають спостереження і вивчення властивостей тіл, явищ, порівняння (якісне) цих властивостей тощо.

2. Завдання, що розкривають основні властивості величин. Зазвичай такі завдання виконуються в процесі введення величини або після її введення.

3. Завдання, що слугують для закріплення основних властивостей величини.

4. Завдання, що слугують для повторення або узагальнення знань про величину.

5. Завдання, що сприяють формуванню і розвитку вмінь і навичок вимірювати величини.

6. Задання, що слугують для контролю знань, умінь і навичок, пов'язаних з величинами.

7. Завдання-задачі, що розвивають поняття величини в процесі його застосування.

8. Завдання на встановлення, закріплення або повторення залежностей між величинами.

Вивчення скалярних величин на уроках фізики проводиться приблизно так: виявляються ті властивості величини, що вивчається, які є найбільш загальними. Особлива увага приділяється розкриттю специфіки відношень порівняння, додавання, множення на число, ділення на долі, способам вимірювання кожної величини.

Вивчення властивостей і взаємозв'язків скалярних величин на уроках фізики ми здійснювали за допомогою фронтальних дидактичних завдань практичного характеру: досліди, спостереження, вимірювання, побудова графіків функціональної залежності тощо. На основі спостережень, вимірювань та інших практичних дій учні роблять висновки про властивості величини, що вивчається, про залежності між величинами, закріплюють їх, набувають і розвивають необхідні знання, уміння і навички вимірювань величин.

Наприклад, перед уведенням такої величини, як швидкість рівномірного руху, пропонуємо учням виконати завдання з використанням таких приладів і матеріалів: скляні трубки, що мають внутрішній діаметр 7 - 8 мм і довжину 200 мм, з водою і кульками (стеариновими, пластиліновими і свинцевими) - 3 шт.

**Завдання.** Розташуйте дві трубки з пластиліною і свинцевою кульками вертикально так, щоб у початковий момент часу кульки опинилися вгорі.

Спостерігайте за рухом кульок. Дослід виконайте кілька разів. Чим відрізняються рухи кульок? Яка з кульок рухається швидше? Яка повільніше?

Одночасно розташуєте дві трубки з пластиліноюю і стеариноюю кулькою вертикально так, щоб пластилінова кулька опинилася вгорі, а стеаринова внизу. Порівняєте рух кульок. Чим відрізняються рухи кульок? Яка з кульок рухається швидше? Яка повільніше? Чим відрізняються рухи кульок у першому і другому досліді? Яка з кульок рухається швидше, стеаринова чи свинцева? Яка з кульок найшвидша? Найповільніша? Як зробити, щоб пластилінова і свинцева кульки рухалися однаково?

У запитаннях завдання спеціально не застосовується термін «швидкість». Деякі учні самі його називають. Відповіді на запитання першого досліді не викликають труднощів в учнів, які порівнюють швидкості за часом руху.

Другий дослід істотно відрізняється від першого, оскільки рухи кульок протилежні. Це спонукає учнів не тільки застосовувати порівняння, але й аналізувати спостережуване явище. Забігаючи наперед, зазначимо, що це завдання формує в учнів векторний характер швидкості.

При підведенні підсумків учитель говорить про те, що те тіло, яке рухається швидше, має і більшу швидкість.

Нарешті, вчитель формулює пізнавальне завдання, що сприяє розвитку творчих можливостей учнів: як потрібно видозмінити дослід, щоб швидкості пластилінової і свинцевої кульок були рівні; швидкість пластилінової кульки стала більшою за швидкість свинцевої?

При вивченні поняття кількості теплоти пропонуємо учням виконати завдання, зміст якого побудований на виділенні одного (не єдиного) способу порівняння кількостей теплоти.

**Завдання.** Виміряйте температуру води у пробірках. Переконайтеся, що температури води рівні. Нагрійте воду на спиртівці в пробірці з меншою масою води до 60 °С. Відмітьте час нагрівання. Нагрійте воду в пробірці з більшою масою води до тієї ж температури. Відмітьте час нагрівання. Порівняйте час нагрівання води в пробірках. У якому випадку час нагрівання більший? Як

залежить час нагрівання від маси речовини? Скільки води потрібно налити в пробірки, щоб час нагрівання був однаковим? У якому з випадків зміна внутрішньої енергії води більша?

Завдання учні виконують перед уведенням поняття кількості теплоти. Мета завдання - порівняти кількості теплоти, необхідні для нагрівання води, залежно від її маси за часом її нагрівання. При підведенні підсумків учитель говорить про те, що завдання розкриває один із можливих способів порівняння кількостей теплоти.

Введенню поняття маси як фізичної величини передує ознайомлення учнів з властивістю інертності. Різний ступінь прояву цієї властивості у тіл і підводить до введення кількісної характеристики - інертної маси. Порівнюючи інертності двох тіл, порівнюють по суті їх маси. Причому цю операцію можна виконувати, не проводячи вимірювань. Для виконання завдання беруть циліндри з набору тіл для калориметра з великою різницею у масі, наприклад алюмінієвий і залізний. Після проведення роботи вчитель звертає увагу учнів на те, що більш інертне тіло має більшу масу і навпаки.

**Завдання.** Прикріпіть металеві циліндри до нитки. Підніміть циліндри за середину нитки так, щоб вони опинилися на однаковій висоті над столом. Розведіть обидва циліндри у протилежні сторони на однаковий кут і відпустіть. Спостерігайте за відхиленням циліндрів після зіткнення. Дослід повторіть кілька разів. Який циліндр набуває більшого прискорення під час взаємодії? (Про прискорення циліндра можна побічно судити по кутах відхилення циліндрів після взаємодії.) Який циліндр має більшу інертність? У якому випадку відхилення циліндрів буде однаковим?

Увага учнів слід звернути на те, що час взаємодії циліндрів однаковий, а прискорення вони отримують різні. Про прискорення циліндрів судять по кутах відхилення.

Таке порівняння є не зовсім точним, але воно не заважає побачити учням сутність спостережуваного явища. Оскільки сили взаємодії циліндрів рівні між собою за абсолютним значенням, то це підвищує чистоту дослідів.

Як видно з наведених прикладів, пропоновані завдання слугують для вивчення деяких загальних властивостей величин або готують до введення цих властивостей, а значить самих величин. Частина завдань складена так, щоб учні в процесі їх виконання повторювали або закріплювали властивості величин. Наприклад, при вивченні пройденого тілом шляху пропонуємо учням провести з точки  $A$  до точки  $B$  три довільні лінії. Чи можна порівняти шляхи, пройдені кінчиком олівця? Як це зробити, не користуючись лінійкою? Як порівняти шляхи за допомогою лінійки?

Завдання поєднують практичні дії учня з його розумовою діяльністю. В процесі виконання завдань при вивченні тих або інших величин учні ставилися в такі умови, коли необхідно самостійно проводити багато практичних дій: вимірювати, порівнювати, знаходити загальне, робити узагальнення, висновки тощо.

Навчання учнів застосуванню величин здійснювалося в процесі виконання завдань по їх вимірюванню, на встановлення зв'язків між величинами, розв'язання практичних задач. При цьому міжпредметні зв'язки з математикою грали тут уже не головну, а допоміжну роль. А саме зверталася увага на правильне використання термінології і символіки, дій з величинами, застосування понять «величина», «значення величини», «числове значення величини», «функціональна залежність», «абсолютна і відносна похибки», «межі похибки» тощо

Завдання на застосування величин містять елементи дослідження, які розвивають дослідницький рефлекс. Наприклад, при вивченні тиску твердого тіла на опору пропонуємо завдання на встановлення якісної залежності цієї величини від сили тиску і площі її дії. Використовуємо наступні прилади і матеріали: 1) шматок пластиліну у формі паралелепіпеда розміром 30 мм х 20 мм х 20 мм; 2) штатив для фронтальних робіт з лапкою; 3) набір вантажів з механіки; 4) нитки завдовжки 100 мм (№ 10 і № 40) у формі петлі - 2 шт.

**Завдання.** Покладіть шматок пластиліну на лапку. Накиньте на пластилін товщу нитку. Підвісьте до нитки спочатку один вантаж масою 100 г, потім

другий. Помічайте кожного разу занурення нитки в пластилін. Як змінювалася в досліді сила тиску на пластилін? Як змінюється дія цієї сили? Як пов'язані результат дії сили на тіло і її числове значення? Подумайте, як потрібно видозмінити дослід, щоб з'ясувати залежність результату дії сили на тіло від площі дії. Дослідіть цю залежність. Зробіть загальний висновок з виконаних дослідів.

Мета завдання - переконати учнів у тому, що результат дії сили залежить як від її числового значення, так і від площі її дії. Про результат дії сили судять по деформації пластиліну.

На основі отриманих результатів вводять поняття про тиск (механічний).

Слід також дати учням завдання на з'ясування кількісної залежності між силою пружності і деформацією.

**Завдання.** Поставте лінійку на край стола і притисніть до неї кінець гумового шнура, до якого підвішений вантаж масою 100 г. Позначте олівцем на лінійці початкове положення кінця гумового шнура.

Підвісьте послідовно до шнура два, три, чотири, п'ять і, нарешті, шість важків масою по 100 г. Для кожного навантаження запишіть значення деформації і сили пружності шнура. Як залежить сила пружності гумового шнура від його деформації? Яким способом задана ця залежність? Як направлені сила пружності шнура і переміщення його кінця? Задайте цю залежність формулою. Чи є ця залежність функціональною? Чи є функція оборотною? Якими способами можна ще задати функцію? Побудуйте графік отриманої функціональної залежності.

Виконуючи завдання, учні самі отримують прямо пропорційну залежність між даними величинами. Неважко також у системі пропонованих запитань бачити можливість конкретизації міжпредметних зв'язків з питання формування поняття функціональної залежності.

Не менш важливим є застосування відомої залежності при виконанні вимірювань або розв'язанні практичних задач.



Покажемо хід виконання завдання, що є експериментальною задачею «Вимірювання заряду, що проходить через резистор».

**Завдання.** Складіть електричне коло з джерела струму, вольтметра, дротяної спіралі відомого опору, вимикача. Виміряйте напругу на затискачах спіралі і обчисліть заряд, що проходить через неї протягом 1 хв. Результати вимірювань і обчислень запишіть в зошит.

При вивченні тієї або іншої величини передбачається від одного до декількох завдань. Одні завдання слугують для виявлення або узагальнення основних властивостей величини, в інших учні спостерігають і досліджують залежності між величинами, розв'язують задачі тощо.

Покажемо це на прикладі вивчення такої величини, як густина речовини.

При вивченні густини речовини спираємося на життєві уявлення учнів: тіла, однакові за розмірами, бувають легкі і важкі, тіла, різні за розмірами можуть мати однакові маси. Нарешті, одна і та ж речовина може бути густішою або менш густішою. Речовини, з яких складаються тіла, мають різну густину.

Далі пропонуємо виконати практичне завдання, що конкретизує життєві уявлення учнів. Воно підкреслює деякі основні властивості густини речовини як скалярної величини: можливість порівняння, способи порівняння і вимірювання. Це завдання готує учнів до кращого розуміння якісної залежності густини від маси і об'єму речовини. Використовуємо наступні прилади і матеріали: 1) пробірки, наповнені до половини ошурками і сухим піском (об'єми піску і ошурок рівні) - 2 шт.; 2) лист паперу; 3) рівноплечі терези з важками; 4) набір брусків різної маси і різного об'єму.

**Завдання.** Порівняйте маси і об'єми піску і ошурок у пробірках. Чи рівні об'єми піску і ошурок? Чи рівні їх маси? В якому випадку маса більша? Відсипте піску з пробірки так, щоб маси піску і ошурок були однаковими. Порівняйте об'єми. В якому випадку густина більша? Якими способами можна порівнювати цю густину? (При обговоренні цієї частини завдання підкреслюємо, що обидва способи порівняння рівноцінні, але спосіб порівняння густини за масою при однакових об'ємах зручніший і зустрічається

частіше.) Порівняйте густини речовин, з яких складаються бруски. Розташуєте бруски зліва направо в порядку зростання густини. Збільшіть густину ошурок у пробірці в два рази. Як порівняти густину речовин різної маси і об'єму?

Учні у відповідях пропонують обидва способи. Вчитель виділяє другий. Потім пропонує учням друге завдання з використанням наступних приладів і матеріалів: 1) бруски з набору тіл рівного об'єму -  $8 \text{ см}^3$  (наприклад, сталевий і алюмінієвий) - 2 шт.; 2) терези з важками.

**Завдання.** Виміряйте масу обох брусків. Обчисліть масу одного кубічного сантиметра. Результати вимірювань і обчислень запишіть у зошит.

Після ознайомлення з таблицею густин речовин учні визначають речовини, з яких виготовлені бруски.

Ознайомлюючись таким чином з густиною речовини, підводимо учнів до розуміння того, що ця величина має загальні властивості скалярних величин: порівнянність, вимірюваність тощо.

Як домашнє завдання пропонуємо порівняти густини деяких харчових продуктів: круп різних видів, цукрового піску, муки тощо.

Таким чином, методику вивчення скалярних величин на уроках математики і фізики можливо будувати з позицій міжпредметних зв'язків на основі виділення двох взаємопов'язаних сторін:

- 1) вивчення загальних властивостей величин;
- 2) навчання діяльності з величинами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гусев В. А. Изучение величин на уроках математики и физики в школе: Из опыта работы в школе / В. А. Гусев, А. И. Иванов, О. Д. Шебалин. – М. : Просвещение, 1981. – 79 с.

2. Махно М. Г. Фізика : лабораторний практикум / М. Г. Махно, Л. О. Сердюк, О. Д. Філенко. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2004. – 93 с.

3. Черкасов В. А. Дидактические основы построения системы упражнений / В. А. Черкасов. – Челябинск, 1978. – С. 63.