

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ФІЗИЧНА ВЕЛИЧИНА В УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

Михайло Каленик

Анотація. У статті розглядається зміст поняття фізична величина і визначається які його істотні ознаки повинні бути сформованими в учнів основної школи.

Annotation. In the article the contents of concept (physical size is considered) and is defined what its attributes should be generated at the schoolboys of average educational institutions.

Однією з тенденцій розвитку поглядів на результати вивчення фізики в загальноосвітніх навчальних закладах є формування в учнів узагальнених уявлень про структурні елементи наукового знання, зокрема про фізичні величини.

Результати зовнішнього незалежного оцінювання, опитування студентів першого курсу фізико-математичних факультетів, випускників різних за профілем шкіл вказує на те, що учні та студенти відчують значні труднощі у розкритті змісту поняття фізичної величини, її окремих видів, істотних ознак. Причиною цьому є не тільки недостатня увага вчителів фізики до формування в учнів даного поняття, а й те, що в науковій, методичній літературі, підручниках з фізики визначення поняття фізична величина або різняться між собою, або воно взагалі відсутнє. Тому вважаємо за необхідне провести додатковий аналіз даного поняття й виділити його головні істотні ознаки, що повинні бути сформовані в учнів, адже фізична величина є найважливішим компонентом формування ключових та предметних компетенцій.

Різні визначення "фізичної величини" можна віднести до одного з таких тлумачень даного поняття:

1. Фізичною величиною називають властивість, спільну в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів (фізичних систем, їх станів і процесів, що в них відбуваються), але у кількісному відношенні індивідуальну для

кожного з них [1, 5].

2. Під фізичною величиною слід розуміти характеристику фізичних явищ або об'єктів матеріального світу, спільну в якісному відношенні множині об'єктів або явищ, але індивідуальну для кожного з них у кількісному відношенні [4, 3].

3. Фізична величина - характеристика однієї з властивостей фізичного об'єкта (фізичної системи, явища, процесу), спільна в якісному відношенні багатьом фізичним об'єктам, але у кількісному відношенні індивідуальна для кожного об'єкта [6, 89].

4. Фізична величина – властивість, спільна в якісному відношенні у багатьох матеріальних об'єктів та індивідуальна в кількісному відношенні у кожного з них [5].

Отже, в одному визначенні, фізичну величину розглядають як характеристику фізичного об'єкта, у другому і четвертому - як властивість цього об'єкта, у третьому - як характеристику даної властивості.

Водночас, в усіх визначеннях стверджується, що фізична величина є кількісною та якісною характеристикою певного об'єкта.

Також існує й інша думка.

Так, В.В. Бажан і А.М. Кравченко вважають доцільним розрізняти фізичні характеристики і фізичні величини. Перші являють собою певні властивості об'єктів (швидкість, сила, заряд тощо), інші - це кількісні значення даних характеристик, які виявляються в результаті вимірювань [2, 114 - 115].

У діючому Державному стандарті Росії фізична величина визначається як фізична властивість матеріального об'єкту, фізичного явища, процесу, яка може бути охарактеризована кількісно [3].

Тому треба визначити, що слід розуміти під фізичною величиною, який зміст вкладається у це поняття.

Людина за допомогою своєї думки виділяє, нібито відокремлює від цілісних конкретних предметів такі відношення, які об'єктивно, самі по собі, поза матеріальних предметів, і в якості деяких особливих предметів не існують. Але вони виявляються важливими і тому стають спеціальними об'єктами

пізнавальної діяльності. Ці об'єкти після їх відокремлення і пізнання позначаються словами - поняттями. Коли слово виступає в єдності зі знанням, воно і фігурує як поняття.

У понятті (тобто у слові, яке пов'язане з сукупністю знань) вже узагальнюються і фіксуються такі знання, які дозволяють нам практично діяти з предметами відповідного класу. Поняття ніби дають правила, деяку скорочену схему чуттєво-практичної дії.

Фізика, як і будь-яка інша наука, хоч і користується природною мовою, вона не може тільки на її основі описувати і вивчати свої об'єкти. Поняття повсякденної мови не чіткі, багатозначні, їх точний зміст, частіше всього, виявляється лише у контексті мовного спілкування, яке контролюється повсякденним досвідом.

Наука не може покласти на такий контроль, оскільки вона переважно має справу з об'єктами, які не освоєні у буденній і практичній діяльності. Щоб описати те, що вивчається, вона намагається як можна більш чітко фіксувати свої поняття і визначення.

Мова науки безперервно розвивається, причому вона здійснює обернений вплив на повсякденну, природну мову.

Як відзначають С.С. Гусев і Г.Л. Тульчинський [6], багато наукових термінів мають метафоричну забарвленість.

На певних етапах розвитку наукового пізнання метафора породжує можливість виразити у мові, зробити зрозумілою нову інформацію про світ. Вже перші поняття фізики (імпульс, сила та інші) являли собою результат перенесення людської взаємодії з світом на саму фізичну реальність. Слова виривалися із звичайних контекстів і набували нове, більш універсальне значення. Абстрактні уявлення умовно ототожнювалися з більш звичним набором асоціацій, що дозволяло будувати певні переходи і проміжкові ступені до понять вже звичних, без чого неможливе розуміння і раціональне освоєння наукових абстракцій.

Але без витіснення метафоричних змістів з області наукового дослідження не можна одержати точне знання, а без створення метафоричних контекстів не

можна одержати нове знання, неможливе його включення у структуру існуючих уявлень.

Все це відноситься і до назв фізичних величин.

Фізичні об'єкти мають різні властивості.

Властивість - філософська категорія, яка виражає один з моментів виявлення сутності речі по відношенню до інших речей; те, що характеризує її схожість іншим предметам або відмінність від них [9, 320].

Назва фізичної величини вказує на ту складову сутності фізичного об'єкта, яка характеризує її схожість іншим предметам і, водночас, відмінність від них.

Назва фізичної величини іноді співпадає з назвою певної властивості фізичного об'єкта. Наприклад, електричний заряд, робота тощо.

Назва фізичної величини має конкретний зміст, який не залежить від контексту. Тому, вживаючи даний термін, замінюють розшифрування змістом властивості фізичного об'єкта, який йому ставиться у відповідність. Наприклад, вживаючи у фізичному або технічному тексті термін "сила", замінюють твердження: на дане тіло діє інше тіло, внаслідок чого виникає прискорення даного тіла або окремих його частин.

Отже, сама назва фізичної величини позначає фізичну характеристику предмета дослідження, спільну в якісному відношенні множині фізичних об'єктів. У такому розумінні можна говорити про фізичну величину як властивість множини фізичних об'єктів.

Але інтенсивність виявлення окремих властивостей у різних фізичних об'єктів може бути різною. Тому виникає потреба у порівнянні інтенсивностей виявлення у даної множини фізичних об'єктів певної властивості, тобто їх кількісної оцінки.

Кількість – характеристика явищ, предметів, процесів за ступенем розвитку або інтенсивності притаманних їм властивостей, яка виражається у числах і величинах.

У зв'язку з цим, індивідуальність, у кількісному відношенні фізичної величини, слід розуміти у тому змісті, що інтенсивність виявлення даної

властивості в об'єктів різні і для кожного об'єкта вона має конкретне значення, яке виражається у вигляді числа або величини.

У такому розумінні можна говорити про фізичну величину як про характеристику однієї з властивостей фізичного об'єкта, кількісне значення якої визначається в результаті вимірювань.

Таким чином, фізична характеристика і фізична величина, про які пишуть В.В. Бажан і А.М. Кравченко, є відображенням однієї і тієї ж сутності.

В.Ф. Юськович, вказуючи на особливості поняття фізична величина, підкреслює: "у кожній фізичній величині відображена кількісна і якісна сторона явищ або властивостей матерії. Цей синтез кількості і якості є важливою особливістю поняття про фізичні величини" [9].

Розвиток фізичного знання привів до створення системи фізичних величин, математичні зв'язки між якими відображають відношення між реальними фізичними властивостями, явищами, процесами і дозволяють визначити їх одне через інше, урізноманітнювати і покращувати методи вимірювань, уточнювати одиниці фізичних величин, тобто вдосконалювати останні як кількісні характеристики і математичні моделі реальних фізичних властивостей матерії.

Незважаючи на те, що кожній фізичній величині відповідає реальна властивість матерії, може статися так, що фізична величина кількісно характеризує відразу декілька властивостей (маса), одна і та сама властивість характеризується різними фізичними величинами (наприклад, протяжність простору - віддаллю, паралаксом та іншими).

Таким чином, існування різних визначень фізичної величини є наслідком складності даного поняття. На наш погляд, більш доцільно використовувати визначення фізичної величини як *характеристику однієї з властивостей фізичного об'єкта (фізичної системи, явища, процесу), спільну в якісному відношенні багатьом фізичним об'єктам, але у кількісному відношенні індивідуальну для кожного об'єкта*. У цьому випадку в понятті фізичної величини відображена сама властивість об'єкта (якісна характеристика) і його кількісна сторона.

Знання властивості об'єкта, що вивчається, яка характеризується даною

фізичною величиною, не тільки визначає її зміст, а й вказує на межі застосування терміну.

Фізична величина, як кількісна характеристика певної властивості фізичного об'єкта, отримує конкретне значення в результаті вимірювань або шляхом обчислення.

Під вимірюванням фізичної величини розуміють послідовність операцій, які виконуються дослідним шляхом за допомогою технічних засобів, спеціально призначених для цієї мети, для знаходження з відомою точністю значення фізичної величини, яка характеризує об'єкт або досліджуване явище. Якщо для визначення значення фізичної величини не застосовують експериментальних операцій, в яких технічні засоби приводяться у взаємодію з досліджуваним об'єктом (в результаті чого може виникнути сигнал вимірювання), то слід говорити не про вимірювання, а про визначення значення фізичної величини, наприклад, розрахунком [6, 11 - 12].

Під час вимірювання визначається значення фізичної величини, тобто оцінюється її розмір у вигляді деякого числа одиниць, які прийняті для неї.

Не слід змішувати поняття "розмір" і "значення" фізичної величини.

Розмір фізичної величини - кількісна визначеність фізичної величини, яка властива матеріальному об'єкту, системі, явищу або процесу.

Розмір фізичної величини даного об'єкта існує реально і не залежить від того, знають про нього чи ні, виражають його у певних одиницях чи ні.

Значення фізичної величини з'являється тільки після того, як розмір величини даного об'єкта буде виражений за допомогою певної одиниці. Значення фізичної величини отримують у результаті вимірювань або обчислень.

Числове значення фізичної величини - абстрактне число, що входить у значення величини. Для конкретної фізичної величини її числове значення залежить від розміру обраної одиниці.

Одиниця фізичної величини - фізична величина фіксованого розміру, для якої умовно привласнюється числове значення, яке дорівнює одиниці, і яка застосовується для кількісного вираження однорідних фізичних величин.

Значення будь-якої фізичної величини одного роду може бути виражене добутком числового значення величини і одиниці цієї величини.

Числове значення фізичної величини та її одиниця знаходяться у оберненому відношенні, тобто у скільки разів більша одиниця даної величини, у стільки разів менше число, яким ця величина виражається.

Фізичні величини відображають реальні властивості навколишнього світу. Одиниці фізичних величин самі по собі не є об'єктами природи, а являють собою лише допоміжний апарат для її визначення. Закони природи не змінюються під час заміни одних одиниць іншими.

Головною особливістю сучасних одиниць є те, що між одиницями різних величин встановлюються залежності за допомогою законів і визначень, якими пов'язані між собою величини, що вимірюються. Таким чином, з декількох умовно обраних, так званих основних одиниць, будуються похідні одиниці.

Метрологія розрізняє два види рівнянь, що встановлюють зв'язок між різними фізичними величинами: рівняння зв'язку між величинами і рівняння зв'язку між числовими значеннями.

Перші являють собою співвідношення у загальному вигляді, незалежно від одиниць. Другі можуть мати різний вигляд, у залежності від обраних одиниць для кожної величини.

У рівняннях зв'язку між величинами під буквеними позначеннями величин розуміють значення величин, тобто добуток числового значення на одиницю величини. Коефіцієнт пропорційності у рівняннях зв'язку між величинами майже завжди дорівнює одиниці. Ці рівняння є визначальними рівняннями - вони використовуються для визначення похідних одиниць і розмірностей фізичних величин.

Сукупність основних і похідних одиниць, що відносяться до деякої системи величин і побудованої у відповідності з прийнятими принципами, утворюють систему одиниць.

Однією з важливих характеристик фізичної величини є її розмірність.

Розмірність фізичної величини відображає зв'язок даної величини з

величинами, які прийняті за основні у даній системі одиниць. Вона являє собою вираз у формі ступеневого одночлена, що складається з добутку символів основних фізичних величин у різних ступенях і з коефіцієнтом пропорційності, який дорівнює одиниці. Формула розмірності основної величини співпадає з її символом.

Показник степені, до якої підноситься розмірність основної величини, що входить у ступеневий одночлен, має назву показника розмірності.

Розмірною фізичною величиною називають таку величину, у розмірності якої хоч один з показників розмірності не дорівнює нулю.

Безрозмірною фізичною величиною називають таку величину, у розмірності якої усі показники розмірності дорівнюють нулю.

Безрозмірні величини можуть бути відносними і логарифмічними.

Відносні величини визначаються як відношення двох величин однієї і тієї ж природи.

Логарифмічну величину визначають як логарифм відносної величини.

Рід фізичної величини - якісна визначеність фізичної величини.

Однорідні величини відображають одну й ту саму властивість. Вони відрізняються тільки числовими значеннями. Різномірні величини відображають різні властивості об'єктів. Однорідні величини мають однакову розмірність, а різномірні – різну.

Усі однорідні величини є однойменними. Різномірні величини можуть бути однойменними і різнойменними.

Фізичні величини поділяються на скалярні і векторні.

Однорідні скалярні величини можна порівнювати між собою, над ними можна виконувати різні математичні дії.

Різномірні скалярні величини можна перемножувати і ділити, але не можна додавати, віднімати і порівнювати між собою.

Однорідні векторні величини можна додавати, чого не можна робити з різномірними векторними величинами.

Векторні величини можна множити (ділити) на число і скалярну величину. У першому випадку отримують векторну величину того ж роду, розмір якої

більше або менше у кілька разів. У другому випадку отримують нову векторну величину.

У підручниках з фізики ототожнюють поняття вектор і векторна величини.

Вектори (векторні величини) називають полярними, якщо напрямок їх впливає природним чином з природи самих величин (швидкість, прискорення, сила та інші). Вектори, напрямок яких пов'язують з напрямком обертання (або обходу), називають аксіальними.

Розрізняють адитивні і неадитивні величини.

Адитивна величина - фізична величина, різні значення якої можуть бути підсумовані, помножені на числовий коефіцієнт, поділені одна на одну (сила, тиск, довжина, маса, час та інші).

Таким чином, введення будь-якої конкретної фізичної величини повинно виходити з наступного:

1. Існують групи фізичних об'єктів, які мають спільну властивість і, водночас, інтенсивність проявлення цієї властивості у різних об'єктів має відмінності.

Щоб охарактеризувати цю властивість, вводиться фізична величина, яка, з одного боку, відображає її зміст, з другого - дозволяє оцінити цю властивість кількісно.

2. Фізичний зміст і межі використання назви фізичної величини визначаються змістом тієї властивості, яку характеризує дана величина.

3. Фізична величина, як кількісна характеристика певної властивості об'єктів, повинна бути такою, щоб можна було визначити для неї одиницю, проводити вимірювання.

4. Одиниця фізичної величини - це фізична величина, яка характеризує властивість такого об'єкта, для якого значення величини приймається рівним одиниці.

5. Значення фізичної величини вказує, скільки разів у ній міститься її одиниця.

6. Одиниці фізичних величин поділяються на основні, похідні, додаткові і,

у своїй сукупності, утворюють систему одиниць.

7. Для визначення похідних одиниць фізичних величин використовують найпростіші зв'язки даної величини з іншими, які відображають відношення між різними фізичними властивостями об'єктів.

8. З фізичними величинами і позначеннями їх одиниць можна виконувати різні математичні дії, які визначаються їхнім поділом на однорідні й неоднорідні, скалярні й векторні.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бурдун Г.Д., Базакуца В.А. Единицы физических величин. - Харьков: Вища школа, 1984. - 208 с.
2. Гносеологические аспекты измерений: Сб. науч. тр. - К.: Наукова думка, 1968. - 303 с.
3. ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин от 31.08.2003г.
4. Гусев С.С., Тульчинский Г.А. Проблема понимания в философии: Философско-гносеологический анализ. - М.: Политиздат, 1985. - 192 с.
5. ДСТУ 2681-94. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологія. Терміни та визначення: чинний від 1995-01-01. Офіц.вид. К. : Держстандарт України, 1994. 68с.
6. Стоцкий Л.Р. Физические величины и их единицы: Справочная книга для учителя. - М.: Просвещение, 1984. - 239 с.
7. Український Радянський Енциклопедичний словник /За ред. Бабичева Ф.С. - 2-е вид. - Том 1. - К.: Головна ред. УРЕ, 1986. - 752 с.
8. Юдин М.В., Селиванов М.Н., Тищенко О.Ф. Основные термины в области метрологии: Словарь-справочник. - М.: Наука, 1989. - 109 с.
9. Юськович В.Ф. Обучение и воспитание учащихся на основе курса физики средней школы. - М.: Учпедгиз, 1963. - 186 с.

Відомості про автора: Каленик Михайло Вікторович – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики, заступник декана фізико-математичного факультету СумДПУ імені А.С.Макаренка

Коло наукових інтересів: удосконалення методики викладання фізики