

УЗАГАЛЬНЕНІ СИСТЕМИ ІСТОТНИХ ОЗНАК ОДИНИЦЬ
НАВЧАЛЬНОГО ЗМІСТУ КУРСУ ФІЗИКИ 12-РІЧНОЇ
ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

У статті обґрунтовується доцільність побудови шкільного курсу фізики на ґрунті структур компонентів його змісту, що відображають структурні елементи фізичного наукового знання.

Ключові слова: істотна ознака, компонент, структурний елемент, умовивід, шкільний курс фізики.

In the article there is expedience of construction of school course of physics on soil of structures of components of his maintenance, which represent the structural elements of physical scientific knowledge.

Keywords: substantial sign, component, structural element, deduction, school course of physics.

Уведення в методиці навчання фізики узагальнених систем істотних ознак одиниць навчального змісту (фізичних явищ, фізичних величин, законів тощо) визначило можливі шляхи підвищення результативності відповідного навчального процесу, що треба враховувати під час переходу до навчання фізики в умовах 12-річної загальної освіти у школах України.

Плануючи навчальний процес, традиційно одиниці навчального матеріалу пов'язувалися з текстами одного або кількох послідовно розміщених один за одним параграфів підручника. В окремих текстах параграфів містилися відомості про одне або одночасно про кілька понять. Відомості про одне й те саме поняття можна було виявити в кількох необов'язково послідовно розміщених один за одним текстах параграфів. Уведення зазначених узагальнених систем істотних ознак передбачало, що за одиниці навчального матеріалу будуть прийняті компоненти змісту шкільного курсу фізики, що відображають структурні елементи наукового фізичного знання. Таке нововведення має перевагу над традиційним, адже навчальний процес орієнтовано на формування у свідомості учнів цілісних, дійсно наукових понять про струк-

турні елементи фізичного знання шляхом засвоєння школярами відповідних повних систем істотних ознак. У текстах параграфів в існуючих підручниках з фізики, розміщених не обов'язково послідовно один за одним, можна виявити всі істотні ознаки цього поняття, але у традиційній методиці не ставиться мета виокремлення цих істотних ознак з наступним зведенням їх у систему. Цим пояснювалося те, що на запитання, яке вимагало від учнів розповісти про конкретне поняття, відповідь зводилась до його визначення. Зрозуміло, що у визначенні поняття не відображено його повний зміст.

Традиційно в основі вивчення нового матеріалу на уроці лежав текст параграфа підручника, який не поділявся на окремі логічно завершені частини, на основі якого планувалася діяльність учителя й учнів з використанням різноманітних методів навчання. Якщо побудувати тексти параграфів на системах істотних ознак понять, то ці тексти набувають іншої структури: текст поділяється на логічно завершені частини; кожна з цих частин складається з формулювання істотної ознаки поняття та її обґрунтування. Відповідно до цього змінюється структура спільної діяльності вчителя й учнів, яка складатиметься з систем дій над кожною частиною тексту. Переваги такої структури діяльності вчителя й учнів перед традиційною полягають у такому: діяльність учителя й учнів складається з кількох систем дій, кожна з яких спрямована на досягнення конкретної мети – виявлення істотної ознаки поняття, що розглядається; для аналогічних істотних ознак можна знайти спільні для них системи дій, неодноразове виконання яких має своїм результатом формування в учнів пізнавальних і практичних умінь; діяльність учнів на одному й тому самому етапі уроку – вивчення нового матеріалу, залежно від змісту істотної ознаки поняття, може мати репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький характер; істотні ознаки не можна вводити без їх обґрунтування (роз'яснення), тобто що в минулому дало назву "повідомлення знань у готовому вигляді"; для груп понять, що мають аналогічні системи істотних ознак, можна створити узагальнену, спільну для цих понять структуру навчального процесу.

Побудова змісту шкільного курсу фізики з урахуванням узагальнених систем істотних ознак одиниць навчального матеріалу впливає на визначення результатів засвоєння учнями теоретичного матеріалу. Традиційно вважалося, що учні повинні: вміти "своїми словами" відтворити текст відповідного параграфа підручника. Підтвердженням цього є традиційне формулювання домашнього завдання, до якого ставилася вимога "вивчити певні параграфи підручника". Побудова текстів параграфів підручників, структура діяльності суб'єктів навчального процесу, що пов'язані з поділом змісту одиниці навчального матеріалу на логічно завершені частини, передбачає, що учень повинен зрозуміти, запам'ятати, зберігати у довготривалій пам'яті виділені системи істотних ознак, уміти обґрунтовувати (ілюструвати) окремі з них, уміти застосовувати до конкретних ситуацій. Перевага такого розуміння результатів навчання над традиційним полягає в такому: набагато зменшується перевантаження учнів матеріалом, який треба запам'ятати; учням надається право запропонувати свої обґрунтування деяких істотних ознак; раціоналізується процес запам'ятання, адже учень, знаючи узагальнені системи істотних ознак, після з'ясування того, про який конкретний компонент змісту курсу фізики йде мова, знає, які істотні ознаки треба конкретизувати; перед вивченням конкретного навчального матеріалу, після визначення того, що саме стає предметом наступної навчальної діяльності, узагальнені системи істотних ознак дають можливість прогнозувати кінцевий результат; конкретизуються вимоги до оцінювання навчальних досягнень учнів.

Традиційний підхід до структурування навчального матеріалу не дає змоги контролювати процес засвоєння теоретичного матеріалу на уроці. Структурування навчального матеріалу на ґрунті узагальнених систем істотних ознак дозволяє, якщо треба, після кожної порції навчального матеріалу організувати контроль за результатами відповідної діяльності.

Розв'язування задач пов'язано з утворенням систем умовиводів. Умовивід – форма мислення, процес думки або логічна дія, в результаті якої з одного або кількох певним чином пов'язаних суджень, які відображають

зв'язки і відношення предметів об'єктивного світу, одержується нове судження, в якому міститься нове знання про предмети. Роль вихідних суджень відіграють твердження про істотні ознаки одиниці навчального матеріалу. Отже, нове структурування навчального матеріалу сприяє організації діяльності учнів з розвитку їх мислення.

Знання істотних ознак структурних елементів наукового фізичного знання входить до процесу формування в учнів умінь роботи з навчальною і науково-популярною літературою.

Підтвердженням необхідності побудови змісту шкільного курсу фізики з урахуванням зазначених систем істотних ознак є й інші факти.

У навчальній програмі з фізики для 12-річної загальноосвітньої школи в розділі "критерії оцінювання навчальних досягнень учнів" указано таке. Об'єктами оцінювання є знання та вміння учнів, а також рівень розвитку їхнього фізичного мислення. Під час оцінювання враховуються знання учнів про: фізичні явища і процеси, фізичні досліди і спостереження, фізичні величини, закони, фізичні теорії, прилади та пристрої, механізми і машини. До кожного з цих компонентів змісту шкільного курсу фізики наводяться узагальнені системи їх істотних ознак [5].

Аналогічна вказівка міститься у програмі зовнішнього незалежного оцінювання 2008 року з фізики: "Учасники зовнішнього незалежного оцінювання повинні знати про фізичні явища і процеси, фізичні досліди ..." [2].

Таким чином, у шкільному курсі фізики, незалежно від того, в якій школі він вивчається – основній чи старшій, структурування навчального змісту повинно здійснюватися з урахуванням узагальнених систем істотних ознак одиниць навчального матеріалу. Але для цього треба, починаючи з курсу фізики для 7 класу, ввести поняття про зазначені структурні елементи наукового фізичного знання і відповідні узагальнені системи їх істотних ознак. Такий досвід є у вітчизняній методиці навчання фізики [1, 4]. Цей досвід підтверджено результатами наукових досліджень і практикою роботи шкіл, що вказує на безпідставність нехтування зазначеними результатами. Прикладом

негативних результатів викладу змісту одиниці навчального матеріалу, що є наслідком відмови від попереднього досвіду роботи вчителів фізики і методистів, може бути введення поняття "маса" до підручника з фізики для 7 класу, створеного згідно з новою програмою з фізики [3].

У курсі природознавства для 5 класу учні отримують такі відомості про масу тіла: для зручності зіставлення, порівняння, вивчення та використання тіла розрізняють за розмірами, об'ємом, масою та густиною. Все це характеристики тіл. Їх можна виміряти [6, 9].

Для вимірювання маси використовують прилади, що дістали назву терези. Процес зважування на терезах – це порівняння маси тіла з масою еталона. Еталоном маси є кілограм. Тож одиницею вимірювання маси є кілограм (кг) [6, 10].

Автори зазначеного підручника з фізики для 7 класу обмежуються аналогічним з наведеним визначенням характеристики тіла – фізичної величини.

Характеристики тіл чи процесів, які можуть бути виміряні під час досліду, називають фізичними величинами [3, 14].

Текст параграфа, в якому розглядається фізичний зміст маси, складається з двох частин.

Формулюється спільне до обох частин тексту запитання: від чого залежить маса тіла?

У першій частині тексту, посилаючись на те, що учні знають про притягання тіл до Землі, зірок, планет, інших тіл, і вважаючи притягання до Землі для нас найбільш відчутним та важливим, з'ясовується "Чи з однаковою силою Земля притягує до себе різні за розмірами тіла з однакової речовини?". Для цього порівнюють розтяг пружини, до якої послідовно підвішують 1, 2, 3, 4 однакових тягарці.

Для того щоб зрозуміти помилковість висновків, які роблять автори підручника з цих дослідів, треба навести їх "логіку" міркувань.

На пружині підвісимо тягарець. Він розтягує пружину на певну відстань. Підвісимо ще один такий самий тягарець. Розтяг збільшився вдвічі. Пі-

двісимо 4 тягарці – розтяг пружини збільшився в 4 рази. Отже, 4 тягарці притягуються до Землі із силою більшою, ніж 1 тягарець. Маса 4 тягарців у 4 рази більша, ніж маса одного тягарця. Таким чином, маса тіла є мірою його гравітаційної взаємодії із Землею... З дослідів можна зробити висновок, що маса тіла дорівнює масі частин, з яких воно складається... Для вимірювання маси найчастіше використовують зважування; пристрої, що призначені для цього, називаються терезами. Терези бувають важільними і пружинними [3, 58].

Висновки, які в цій статті спеціально виділені, не можуть впливати із розглянутих дослідів, а перший і третій суперечать тому, що стверджується у фізиці-науці.

Мірою взаємодії є сила, а не маса. Отже, мірою гравітаційної взаємодії тіла із Землею є сила тяжіння.

Пружинними терезами вимірюють вагу тіла, а не масу. Якби цими приладами вимірювали масу, то вона залежала б від географічної широти, висоти над Землею, характеру руху терезів з тілом вздовж вертикального напрямку відносно Землі. Користуючись динамометром (пружинними терезами), шкала якого проградуєвана у кгс (кілограм сила), вимірюють вагу в цих одиницях. Вага тіла у кгс чисельно дорівнює масі цього тіла, виміряній у кг. Проте річ у тім, що зазначені одиниці сили і маси відносяться до різних систем одиниць фізичних величин.

Раніше у техніці застосовували систему одиниць, яка називалася технічною системою одиниць. У цій системі до основних відносяться: одиниця довжини 1м, одиниця сили 1кГ (або 1кгс), одиниця часу 1с. Похідними були одиниця швидкості $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, одиниця прискорення $1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, одиниця маси $1 \frac{\text{кГ} \cdot \text{с}^2}{\text{м}}$.

У технічній системі за одиницю маси беруть таку масу, якій сила в 1кГ надає прискорення в $1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Її називають "технічна одиниця маси", або скорочено т.о.м.

Щоб знайти масу тіла в т.о.м., вага якого дорівнює Р кГ, треба вагу по-

ділити на прискорення вільного падіння g в $\frac{м}{с^2}$: $m = \frac{P}{g}$.

Співвідношення між одиницями сили в СІ і технічній системі одиниць:
 $1\text{ кГ} = 9,8\text{ Н}$. Отже, маса в СІ $\frac{9,8\text{ Н}}{9,8\frac{м}{с^2}} = 1\text{ кг}$.

Маса тіла – фізична величина, яка є характеристикою властивості тіла, що називається гравітацією. Тому зміст розглянутого дослідів і логіка міркувань інші, ніж наведені.

Сформульована задача: Чи з однаковою силою Земля притягує до себе різні за розмірами тіла з однакової речовини?

З курсу природознавства для 6 класу учні ознайомлені з цим дослідом: "Якщо до пружини підвісити тягарець, то під дією сили тяжіння він розпочне рухатися вертикально вниз... Рухаючись вниз, тягарець розтягує, видовжує пружину. Але пружина прагне відновити свою форму, тому в ній виникає сила, з якою пружина діє на тягарець. Це і є сила пружності. ...Тягарець набуває стану спокою, коли сила пружності дорівнює силі тяжіння" [7, 95]. Треба відзначити: чим більший розтяг пружини, тим більша сила пружності.

Отже, суть дослідів полягає у встановленні факту: чим більша маса тіла, тим з більшою силою тіло притягується до Землі. Логіка міркувань: більший розтяг пружини, більша сила пружності, отже, і більша сила тяжіння, що діє на тіло і у стані спокою тягарця дорівнює силі пружності.

Якщо на початку пояснити, що будь-яке тіло має властивість притягуватися до інших тіл і водночас притягувати до себе інші тіла з такими самими силами, то, встановивши залежність значення сили тяжіння від маси тіла, можна зробити висновок: чим більша маса тіла, тим більше виявляється в ньому властивість притягуватися до іншого тіла отже і притягувати до себе інше тіло. Звідси випливає той висновок, що міститься в кінці параграфа і суперечить тому, який був зроблений у тексті: маса – фізична величина, що є мірою гравітаційних властивостей тіла.

У другій частині тексту, в якому розглядається фізичний зміст маси, аналізуючи поведінку бруска, розміщеного на візку, під час різкої зміни шви-

дкості останнього приходять до висновків: кожне тіло має властивість зберігати стан руху; тіла мають властивість зберігати стан спокою; явище збереження тілами стану спокою або руху при відсутності дії на них сил, називають інерцією.

У фізиці про такі властивості тіл не відомо.

Якщо одне фізичне тіло або явище відрізняється від іншого тіла або явища, то називають його фізичною властивістю. Тіло не може краще або гірше зберігати вказані стани – тіло або зберігає, або не зберігає.

У визначенні інерції відсутні слова "або прямолінійного рівномірного руху". Це означає, що тіло нібито може зберігати рух з прискоренням, коли на нього не діють сили.

Формулюється запитання: Чи однаково проявляється інерція у тіл різної маси?

Розглядається дослід із взаємодії двох візків, до одного з яких прикріплено пружну пластину.

"На один із візків покладемо брусок і перепалимо нитку, що тримає пружну пластину зігнутою. Візки відкотяться від митки на рівну відстань. Покладемо на той самий візок ще один брусок і знову перепалимо нитку. Цей візок відкотиться ще на меншу відстань" [3, 60].

Отже, підґрунтям для розуміння подальших висновків є порівняння відстаней, що проходять візки до зупинки: під час взаємодії тіла різної маси по-різному змінюють швидкість. Чим більша маса тіла, що взаємодіє, тим менша зміна його швидкості. Властивість тіл змінювати свою швидкість не миттєво, а за деякий проміжок часу називається інертністю. З дослідів бачимо, що чим більша маса тіла, тим більша його інертність. Таким чином, маса – міра інертності тіла [3, 60].

Здавалося, що порівняння відстаней, пройдених візками до зупинки, наочно пояснює зазначені висновки. Але так міркувати не можна. Мова йде про різні взаємодії тіл: взаємодії візків між собою (до цієї взаємодії відносяться зроблені висновки); взаємодія візків з поверхнею стола (на яку спира-

ються автори за допомогою зроблених висновків). Очевидною є плутанина між інертністю і різним ступенем прояву інерції.

Розглянутий дослід треба проводити по-іншому. Візки – легкорухомі. Тому на невеликих відстанях їх рух можна вважати рівномірним. Якщо поставити на однаковій відстані від візків бруски, то про зміни швидкості під час взаємодії можна судити за проміжками часу, за які візки проходять різні відстані під час "рівномірного" руху.

У тексті підручника використовується тлумачення інертності як властивості тіл змінювати свою швидкість не миттєво (це правильно).

Доцільно розповісти: під час взаємодії двох тіл їх швидкості змінюються по-різному. Тіла мають властивість, від якої залежить зміна швидкості під час взаємодії з іншими тілами. Ця властивість має назву інертності. Тіло більшої маси більш інертне, його швидкість змінюється менше. Маса – фізична величина, яка є мірою інертності.

Таким недолікам, що містяться в підручнику з фізики для учнів, можна запобігти, якби й автори, а ті, хто працюватиме, дотримувалися такого тлумачення фізичної величини: 1) можна знайти групи тіл, які мають спільну властивість і водночас відрізняються одні від одних цією властивістю, тому що в одних тіл вона виявляється більше, ніж в інших тіл; 2) для того щоб установити, у скільки разів або наскільки дана властивість в одних тіл виявляється більше, ніж в інших тіл, використовують фізичні величини; 3) назва фізичної величини, її позначення вказують на те, яку властивість вона характеризує; 4) для кількісної оцінки властивості тіл вибирають одне з них і фізичній величині, що характеризує властивість цього тіла, приписують значення, яке дорівнює одиниці; дається назва і позначення цієї одиниці фізичної величини [4, 158].

Саме з такого розкриття поняття "фізична величина" треба починати вивчення фізики для 7 класу, а після розгляду вимірювання фізичних величин сформулювати узагальнену систему його істотних ознак.

Література

1. Бугайов О.І. Фізика. Астрономія: Пробн. підручник для 7 кл. середн. шк. Пер. з української /О.І. Бугайов, М.Т. Мартинюк, В.В. Смолянець; За ред. проф. О.І. Бугайова. – К.: Освіта, 1995. – 320с.
2. Вступ до вищих навчальних закладів – через зовнішнє незалежне оцінювання // Газета Фізика – К.: Шкільний світ, 2008. – №6 (342).
3. Ільченко В.Р. Фізика: Підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. /В.Р. Ільченко, С.Г. Куликовський, О.Г. Ільченко. – Полтава: Довкілля-К, 2007. – 160с.
4. Каленик М.В. Перші уроки фізики в загальноосвітній школі //Збірник наукових праць: Спеціальний випуск /Гол. ред. В.Г.Кузь. – К.: Наук. світ, 2003. – С.154 – 160.
5. Програма "Фізика. Астрономія, 7 – 12 клас". – Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/education/average/new_pr/fizika_astronom.doc
6. Ярошенко О.Г. Природознавство: 5 кл.: Підруч. для загальноосвіт. навч. закл. /О.Г. Ярошенко, В.І. Баштовий, Т.В. Коршевніук; За ред. О.Г.Ярошенко. – К.: Генеза, 2005. – 128с.
7. Ярошенко О.Г. Природознавство: 6кл.: Підруч. для загальноосвіт. навч. закл. /О.Г. Ярошенко, Т.В. Коршевніук, В.І. Баштовий; За ред. О.Г.Ярошенко. – К.: Генеза, 2006. – 160с.

Відомості про автора:

Каленик Михайло Вікторович, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізики Сумського державного педагогічного університету ім. А.С.Макаренка.