

УДК 378:053

DOI 10.31494/2412-9208-2018-1-1-24-31

Н. А. Мислицька,

кандидат педагогічних наук, доцент

В. Ф. Заболотний,

доктор педагогічних наук, професор

(Вінницький державний педагогічний університет)

МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВИКЛАДАЧА В ОРГАНІЗАЦІЇ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

Анотація

У статті описано запропонований нами методичний інструментарій викладача, який базується на використанні дидактичної моделі логічної структури навчального матеріалу. Вона включає узагальнений підхід до опису стандартного складу елементів фізичного знання на рівні фізичної теорії і фізичної картини світу. Чотирьохпозиційний підхід містить: конструктиви опису стандартного складу знання структурних елементів фізичних знань, якісної, кількісної, сутнісної та прикладної сторін фізичного явища; методичні рекомендації щодо опису фізичного знання на рівні фізичної теорії і фізичної картини світу.

Ключові слова: методичний інструментарій, вивчення загальної фізики, способи перетворення навчального матеріалу, фізична величина, фізичний закон, фізична теорія.

Summary

The article describes the teacher's methodical tool, which is based on the use of the didactic model of the logical structure of the teaching material. This model includes a generalized approach to the description of the standard composition of elements of physical knowledge, a four-position approach to the description of the physical phenomenon, a generalized approach to the description of physical knowledge at the level of physical theory and the physical picture of the world, which includes: constructs describing the standard composition of knowledge of structural elements of physical knowledge.

Key words: methodical tools, studying general physics, methods of transformation of educational material, physical quantity, physical law, physical theory.

Постановка проблеми. Одне із важливих завдань викладача вищої школи полягає в дидактичній переробці наукової й навчальної інформації, знаходженні найбільш прийнятних структур, які б надали змогу раціональними способами подавати і передавати досвід, закладений у всіх елементах змісту освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням дидактичної переробки навчальної інформації, різним варіаціям структуризації наукового знання присвячено низка досліджень науковців та методистів. Серед них слід відзначити праці Г. Голіна, Л. Зоріної, І. Карасової, В. Мощанського, В. Разумовського, А. Усової та ін. Наприклад, А. Усовою розроблені узагальнені плани вивчення структурних елементів фізичного знання [2]. Частина цих планів в дещо трансформованому вигляді включена в програми з фізики у ЗНЗ. Л. Зоріна у зміст освіти включає наукові знання у такій послідовності: факти, окремі теоретичні положення, прикладні знання, поняття і закони, теорії. Основною дидактичною одиницею вона виділяє теорію. На її думку, основи теорії мають включати групу основних понять, законів і наслідків

[2]. З децю іншої сторони висуває вимогу вибудувувати навчальний матеріал курсу відповідно до структури наукового знання В. Разумовський, однак структуру теорії він подає відповідно до структури наукового пізнання [3]. За таким циклом будуються роздуми вчених у процесі проведення наукового дослідження. Будувати курс фізики на основі генералізації навчального матеріалу навколо фундаментальних фізичних теорій пропонують інші науковці, зокрема Ю. Дік, В. Мощанський, Г. Голін, І. Карасова тощо. Аналіз описаних вище праць науковців засвідчив, що вони стосувались побудови навчального матеріалу шкільного курсу фізики.

Мета статті – описати запропонований нами методичний інструментарій викладача для покращення вивчення загального курсу фізики і надання йому методичного спрямування.

Виклад основного матеріалу. У нашому дослідженні ми подаємо методичний інструментарій для викладача вищої школи щодо опрацювання й подання навчальної інформації. Викладач має знати психолого-педагогічні та ергономічні вимоги щодо візуалізації інформації й подання її на великому екрані або мультимедійній дошці; способи структуризації та подання навчального матеріалу; методику опису структурних одиниць фізичного знання, способи і прийоми формулювання означень фізичних величин, їх одиниць тощо.

Структурування і спосіб подання навчального матеріалу викладач вибирає самостійно, але з метою методичної пропедевтики ми рекомендуємо акцентувати увагу студентів на лекційних заняттях на описі структурних елементів фізичного знання. Для цього нами розроблені відповідні алгоритми, в основу яких ми поклали описані вище розробки, і які названі нами “стандартний склад знання”. Нижче наводимо приклади цих алгоритмів для викладача.

Одним із підвидів фізичних понять є фізична величина, яка є кількісною характеристикою фізичного явища або властивості матеріальної речовини, об’єкта або поля. У загальному курсі фізики вивчається понад 70 фізичних величин, у шкільному – близько 50, тому студент має володіти повною інформацією про ту чи іншу фізичну величину з метою набуття фахових знань, які в подальшому будуть основою в методичній підготовці студентів щодо проектування уроків вивчення нового матеріалу щодо вивчення фізичної величини. Повну інформацію про фізичну величину ми пропонуємо подавати в такому варіанті:

Стандартний склад знань про фізичну величину

1. Явище (властивість), яке характеризується величиною (властивість фізичного тіла, властивість речовини, якість явища, об’єкт (процес, стан).
2. Символьне позначення (походження).
3. Визначальна формула величини.
4. Формулювання означення.
5. Характеристика одиниць вимірювання величини.
 - 5.1. Означення одиниці вимірювання в загальному вигляді.
 - 5.2. Означення одиниці вимірювання в СІ. Символьний запис.
 - 5.3. Позасистемні одиниці.
6. Розмірність фізичної величини.
7. Прилад для вимірювання величини (спосіб вимірювання).

8. Зв'язок величини з іншими величинами (формула, яка виражає зв'язок цієї величини з іншими).

9. Приклади величини.

10. Додаткові характеристики.

Викладач, перш за все, має звернути увагу студентів на правильність формулювання означення фізичної величини, її одиниці в загальному вигляді та в міжнародній системі одиниць, встановленні розмірності фізичної величини.

Зв'язки між фізичними величинами, явищами, об'єктами тощо представлені у фізичній науці законами і закономірностями. Вивчення законів дійсності знаходить своє вираження у створенні наукової теорії, яка адекватно відображає досліджувану предметну галузь. Закон є ключовим елементом фізичної теорії. Тому володіння інформацією про фізичні закони є важливою складовою фахової підготовки студента. Опис закону рекомендуємо проводити за таким алгоритмом.

Стандартний склад знань “Фізичний закон”

1. Короткі історичні відомості про відкриття закону: ким відкритий і коли, на основі яких фактів і даних встановлений, роль закону в розвитку природничо-наукового знання (доцільно розповідь супроводжувати мультимедійною презентацією).

2. Математичний вираз закону та його формулювання (на основі законів формальної логіки). Встановлення фізичного змісту коефіцієнта пропорційності та його одиниці (за наявності).

3. Межі застосування закону.

4. Частинні випадки.

5. Фізичні досліди (реальні, відео або віртуальні), які підтверджують справедливість закону.

6. Врахування і використання на практиці.

Перший пункт опису є важливим щодо реалізації принципу історизму під час вивчення загального курсу фізики. У процесі формулювання закону на основі математичного виразу важливо, щоб викладач урахував правило читання закону: фізична величина, що стоїть у лівій частині виразу, прямо пропорційна (або обернено пропорційна) величинам лівої частини виразу. Доцільно звернути увагу на встановлення фізичного змісту коефіцієнта в законі (за його наявності) та його одиниці. Слід зауважити, що означення окремих фізичних величин, зокрема питомих, формулюються на основі встановлення фізичного змісту їх як коефіцієнтів у законах або закономірностях. На це потрібно звернути увагу студентів уже під час вивчення загального курсу фізики. З метою формування експериментальних знань і умінь важливим є демонстрація фізичних дослідів, які підтверджують справедливість закону.

Вивчення фундаментальних дослідів дає змогу поглибити знання студентів з історії розвитку, становлення та еволюції фізичної науки; експериментальний метод пізнання; роль та місце фізичного експерименту в становленні фізичного знання; взаємозв'язок теорії й експерименту і тим самим подати фізику в контексті культури. Наводимо план опису фундаментального дослідів.

Стандартний склад знань про фундаментальний дослід

1. Назва досліджу та короткі історичні відомості (з використанням мультимедійного супроводу).

2. Мета досліджу.

3. Ознайомлення студентів з експериментальною установкою досліджу. (використати дидактичні засоби для пояснення: презентацію, відео, анімації, комп'ютерні моделі, схеми, опорні конспекти, реальний демонстраційний експеримент тощо).

4. Опис приладів і матеріалів для постановки досліджу, їх призначення.

5. Пояснення суті та порядку проведення досліджу.

6. Характеристика й пояснення результатів досліджу.

7. Конструювання опорного конспекту для студентів з вивчення й пояснення досліджу.

8. Конструювання презентації для наочного супроводу пояснення.

Використання віртуальних моделей, фізичних симуляцій під час засвоєння знань про фундаментальний дослід дає змогу сформулювати у студентів уміння виконувати дослідження у віртуальному варіанті, а також уявлення про можливості й межі застосування комп'ютерного моделювання.

Чотирьохпозиційний підхід до опису фізичного явища передбачає його опис з якісної, кількісної, сутнісної і прикладної сторін. *Якісна сторона опису явища* включає висвітлення таких пунктів:

1. Подання фактологічної інформації на основі результатів спостережень, демонстраційного експерименту, віртуального моделювання.

2. Заповнення таблиці.

Для цього виділити структурні елементи фізичного явища:

1) Перший матеріальний об'єкт – тіло (поле), яке має певні властивості, характеристики стану;

2) другий матеріальний об'єкт – тіло (поле), з яким взаємодіє перший матеріальний об'єкт. Він також має певні властивості, які можуть змінюватись, оскільки не є принциповими для вивчення явища. Взаємодія матеріальних об'єктів є причиною для вивчення явища;

3) умови взаємодії – обставини, за відсутності яких взаємодія об'єктів не призводить до визначеної зміни стану матеріального об'єкта.

4) результат взаємодії – зміна властивостей матеріального об'єкта, яка виявляється безпосередньо за допомогою органів чуття людини або індикатора.

3. Введення нових понять.

4. Визначення умов протікання явища.

Кількісна сторона опису явища включає такі етапи:

1. введення величин, що характеризують явище та їх опис (на основі фізичного експерименту, комп'ютерного моделювання, теоретичних доведень).

2. встановлення залежностей між величинами та їх опис (на основі фізичного експерименту, комп'ютерного моделювання, теоретичних доведень).

Сутнісна сторона опису явища (механізм протікання процесів і станів об'єктів) передбачає реалізацію таких етапів:

1. повторна констатація основних дослідних фактів або формулювання проведених узагальнень і встановлених залежностей між величинами;

2. висунення гіпотез, що дають змогу пояснити досліди, зв'язки, залежності;

3. введення моделей, що дають змогу уявити механізм протікання процесів і виділити в них найважливіші для пояснення сторони;

4. формулювання логічних наслідків, що випливають з гіпотези і модельних уявлень про механізм протікання процесів і станів об'єктів.

Прикладна сторона опису явища передбачає опис приладів, пристроїв, механізмів.

Якісна сторона вивчення явища пов'язана з накопиченням фізичного матеріалу. Для цього проводиться серія дослідів. Наприклад, для явища електромагнітної індукції – поява індукційного струму в котушці, замкненої на гальванометр під час руху, відносно неї постійного магніту.

Сутнісна сторона вивчення явища передбачає розкриття механізму протікання явища. Для пояснення дослідних фактів, зокрема таких, як демонстрація взаємодії суцільного і розрізаного алюмінієвих кілець з магнітом, який рухається відносно них (дослід Ленца), висувається декілька гіпотез. На їх основі будується низка логічних наслідків, які перевіряються на експерименті, наприклад, такому, як гальмування пластин у магнітному полі.

Опис кількісної сторони явища передбачає введення поняття “магнітний потік” і “закон електромагнітної індукції”.

Прикладний аспект вивчення явища передбачає розгляд приладів і їх моделей, які працюють на основі закону електромагнітної індукції – генератора, трансформатора, тахометра тощо. Крім того, необхідно зосередити увагу на негативних діях та проявах явища.

Для проведення узагальнюючих лекцій нами розроблено методичний інструментарій, який включає методологічний аналіз фундаментальних взаємодій, фізичних теорій, фізичної картини світу.

Стандартний склад знання про структурні елементи взаємодій подані в такому варіанті: походження, спосіб передачі, характер протікання, інтенсивність, кількісна міра, підпорядкування загальним законам і принципам. Наведемо відповідь на ці питання на прикладі пояснення електромагнітної взаємодії.

1. Походження – наявність електричного заряду або магнітного моменту.

2. Спосіб передачі – фотон.

3. Характер протікання – взаємне притягання і відштовхування; поглинання або випромінювання енергії.

4. Інтенсивність – 10^{-2} .

5. Міри:

• сили $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, $F_L = q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]$

• напруженість поля $E = \frac{\vec{F}}{q_0}$;

• різниця потенціалів $\Delta\varphi_{12} = \frac{A_{12}}{q_0}$;

• міжмолекулярна потенціальна енергія $U(r) = \frac{A}{r^n} - \frac{B}{r^m}$, $n = 6$, $m \gg 12$.

6. Підпорядкування загальним законам збереження заряду, енергії,

імпульсу; принципам – близькодії, суперпозиції.

Викладач має наголосити, що процесу взаємодії властиві загальні ознаки: а) наявність, як мінімуму, двох взаємодіючих тіл; б) наявність поля; в) наявність сили – міри взаємодії. Характер взаємодії визначає причини і механізм зміни стану матеріального об'єкта, а в рамках фундаментальної фізичної теорії – ідеалізованого об'єкта.

Узагальнення на рівні фізичної теорії рекомендуємо проводити за таким алгоритмом:

Основа теорії: емпіричний базис – система емпіричних фактів, отриманих на основі спостережень і експериментів; модель – ідеалізований об'єкт, який втілює найважливіші властивості, глибинні особливості й специфіку досліджуваної області явищ; система понять; емпіричні закони.

Ядро теорії: закони, що виражаються в математичних рівняннях; закони збереження; постулати і принципи; фундаментальні фізичні сталі.

Наслідки: застосування законів, які входять у ядро теорії; пояснення емпіричних фактів; передбачення нового.

Наведемо приклад опису класичної механіки у формі таблиці.

Таблиця 2

КЛАСИЧНА МЕХАНІКА

Основа		
<i>Факти</i>	<i>Ідеалізований об'єкт</i>	<i>Поняття, фізичні величини</i>
1. Кінематичні закономірності руху тіл (матеріальних точок, планет Сонячної системи) 2. Закони Кеплера	Матеріальна точка	1. Система відліку. 2. Простір і час, переміщення, координата, швидкість, прискорення. 3. Взаємодія. 4. Сила. 5. Маса. 6. Імпульс сили. 7. Імпульс тіла. 8. Енергія. 9. Робота.
Ядро		
<i>Принципи</i>	<i>Закони</i>	<i>Математичні рівняння</i>
1. Інерції 2. Дальності 3. Суперпозиції 4. Причинності 5. Відносності	1. Існують такі системи відліку, в яких тіло зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху до тих пір, поки дія сил не змусить його змінити цей стан. 2. Прискорення, яке набуває тіло у інерціальній системі відліку, прямо пропорційне векторній сумі сил і обернено пропорційне масі системи тіл. 3. Сила дії рівна силі протидії.	$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$ $\vec{F} \Delta t = \Delta m \vec{v}$ $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$
Наслідки		
1. Механічна схема опису руху: знаючи положення матеріальної точки в системі відліку і швидкості руху в певний момент	1. Рух тіл змінної маси. 2. Аналіз законів збереження імпульсу, енергії, складання швидкостей.	

<p>часу, можна визначити ці параметри руху на всі наступні та попередні моменти часу.</p> <p>2. Вільне падіння тіл у газах, рідинах. Наукове тлумачення статички, гідро- і аеродинаміки.</p>	<p>3. Визначення середньої густини тіл, планет.</p> <p>4. Рух тіл під дією однієї або кількох сил.</p> <p>5. Зіткнення тіл і частинок (пружний і непружний удар).</p> <p>6. Рух рідин і газів (рівняння Бернуллі)</p>
--	---

Для переходу від емпіричного базису теорії до понятійної основи вводять ідеалізований об'єкт теорії. Стандартний склад знання про ідеалізований об'єкт має таку структуру: означення поняття; обґрунтування необхідності введення поняття; припущення, які задають властивості ідеалізованого об'єкта; методологічна основа поняття; властивості ідеалізованого об'єкта; фізичні величини, які описують властивості ідеалізованого об'єкта.

Узагальнення на рівні фізичної картини світу рекомендуємо проводити за таким планом ССЗ:

1. Теоретичний і емпіричний базис, покладений в основу формування ФКС.

2. Характерні особливості структурних елементів ФКС. Характерні особливості понять: матерії, простору і часу, руху, взаємодії; принципів, провідних ідей і концепцій, базових теорій.

3. Стиль мислення.

Нижче наводимо приклад подання інформації про механічну картину світу у вигляді узагальнюючої таблиці.

Таблиця 3

Стандартний склад знання про механічну картину світу

<i>Механічна картина світу</i>	
Формується на основі геліоцентричної системи світу М.Коперника, експериментального природознавства Г.Галілея, законів небесної механіки І.Кеплера, механіка І.Ньютона.	
<i>Структурні елементи ФКС</i>	<i>Характерні особливості</i>
Матерія	У рамках МКС склалася дискретна модель реальності. Матерія – речовинна субстанція, яка складається з частинок (корпускул), що є неподільними, вічними і незмінними. Абстракцією дискретної неподільної частинки є матеріальна точка.
Простір і час	Характерна концепція абсолютного простору і часу: простір є тривимірним, постійним і не залежить від матерії, час не залежить ні від простору, ні від матерії. Простір і час абсолютні сутності, які існують незалежно від матерії і часу.
Рух	Рух – механічне переміщення тіл або частинок. Закони руху – фундаментальні закони світобудови. Тіла рухаються рівномірно і прямолінійно, а відхиленням від цього руху є дія зовнішньої сили
Взаємодія	Гравітаційна. Характер взаємодії – взаємна дія.
Принципи	1. Далекодії – взаємодія між тілами відбувається миттєво на будь-якій відстані, тобто дія передається в порожньому просторі з будь-якою швидкістю. 2. Відносності Галілея – всі механічні явища відбуваються однаково в будь-якій інерціальній системі відліку. 3. Причинності – причинно-наслідковий зв'язок носить взаємнооднозначний характер.
Провідні ідеї та концепції	Механіцизм – усі види руху зводяться до механічного. Маса є мірою інертності. Сила тяжіння – універсальна і діє далеко. Всі механічні процеси підпорядковуються принципу Лапласівського

	(жорсткого) детермінізму. Випадковість виключається з картини світу. Динамічні закони повністю характеризують причинність у природі.
Базові теорії	Класична механіка Ньютона
Стиль мислення	Класичний

Висновки. Таким чином, нами розглянуто методичний інструментарій викладача, який базується на використанні дидактичної моделі логічної структури навчального матеріалу і включає узагальнений підхід до опису стандартного складу елементів фізичного знання, чотирьохпозиційний підхід до опису фізичного явища, узагальнений підхід до опису фізичного знання на рівні фізичної теорії і фізичної картини світу, до складу якого внесено: конструктиви опису стандартного складу знання структурних елементів фізичних знань: фізичних величин, законів, закономірностей, приладів, фундаментальних дослідів, фізичних фактів тощо; конструктиви опису якісної, кількісної, сутнісної та прикладної сторін фізичного явища; методичні рекомендації щодо опису фізичного знання на рівні фізичної теорії і фізичної картини світу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зорина Л. Я. Дидактические условия формирования системности знаний старшеклассников / Л. Я. Зорина. – М. : Педагогика, 1978. – 128 с.
2. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий / [под. ред. А. В. Усовой]. – Челябинск : ЧГПИ, 1986. – 84 с.
3. Разумовский В. Г. Физика в школе. Научный метод познания и обучение / В. Г. Разумовский, М. Майер. – М.: Гуманитарный изд. центр «ВЛАДОС», 2001. – 189 с.

Стаття надійшла до редакції 09.10.2017