

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Галатюк Т.Ю., Галатюк Ю.М. Формування методологічної культури учнів у процесі розв'язування творчих фізичних задач // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 2(12). – С. 51-56.

Halatyuk Taras, Halatyuk Yuri. Formation Of The Methodological Culture Of Pupils In The Process Of Solving The Creative Physical Problems // Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2017. – Issue 2(12). – P. 51-56.

УДК 372.8

Т.Ю. Галатюк, Ю.М. Галатюк

Рівненський державний гуманітарний університет, Україна
Halafyuk@ukr.net

ФОРМУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ТВОРЧИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Анотація. Стаття присвячена проблемі формування методологічної культури учнів у процесі навчання фізики. Показано, що методологічна культура є однією із ключових дидактичних категорій, яка визначає результативність природничої освіти. Одним із основних структурних компонентів методологічної культури є методологічні знання і пізнавальні уміння. Пізнавальні уміння в даному контексті – це методологічні знання в дії. Методологічні знання і пізнавальні уміння формуються і реалізуються через застосування відповідних методів та прийомів наукового пізнання і проявляються у виконанні відповідних розумових і практичних дій у процесі творчої навчально-пізнавальної діяльності. Механізмом формування методологічної культури учнів у навчанні фізики є процес розв'язування творчих пізнавальних задач. Зокрема мова йде про ознайомлення учнів з методами моделювання та аналогії у контексті формування методологічної культури. Розглядається приклад застосування методів моделювання і аналогії у процесі розв'язування творчої пізнавальної задачі.

Ключові слова: методологічна культура, метод моделювання, аналогія, творча фізична задача.

Постановка проблеми. У літературних джерелах [3; 5], присвячених культурологічному підходу до організації навчального процесу, наголошується на тому, що найголовнішим атрибутом, властивістю людського існування є культура, а найважливішою стороною культури особистості є методологічна культура. У центрі культури завжди знаходиться людина. Вона створює культуру, яка в свою чергу формує особистість.

Методологічна культура – це специфічна категорія, яка використовується не тільки в контексті методології науки, але й при аналізі індивідуального мислення, поведінки, діяльності людини тощо. Тому дослідження поняття “методологічна культура учня” у контексті вивчення фізики є актуальною проблемою, вирішення якої набуває важливого науково-практичного значення. Ця дидактична категорія є однією із ключових, які визначають результативність природничої освіти. Без розкриття її змісту, внутрішньої структури, місця в ієрархічній системі цілей навчання неможливо чітко визначити основні засади, мету, завдання природничої освіти [3].

Аналіз актуальних досліджень. У педагогічних джерелах поняття “методологічна культура” у контексті навчальної діяльності зустрічається нечасто. Як показує аналіз літератури [3; 7], відповідь на запитання: що таке методологічна культура слід шукати у “трикутнику”: культура – методологія – діяльність. Із багатьох дефініцій поняття культури у даному контексті ми вважаємо за доцільне вибрати наступне визначення: культура – сукупність способів і прийомів організації, реалізації та поступу людської життєдіяльності, способів людського буття [9, с.313].

У новітніх дослідженнях з методології знаходимо: методологія – це “вчення про організацію діяльності” [7, с. 20]. Термін “методологія” обов'язково передбачає вживання терміна “діяльність”. Кожний з видів діяльності не може існувати без своєї методології. Отже, за логікою, методологічна культура суб'єкта діяльності – це здатність організовувати і здійснювати власну діяльність. Відповідно, методологічна культура учня – це здатність організовувати і здійснювати власну навчально-пізнавальну діяльність.

Найбільш поширеним в педагогічній літературі [2; 3; 5] зустрічається розуміння методологічної культури як результату рефлексії діяльності. Рефлексія направляє мислення на усвідомлення і осмислення власної діяльності, є джерелом нового знання як про форми, засоби, процедуру, так і про предмет та засоби діяльності. Отже, методологічна культура учня – це особлива форма його свідомості, жива, тобто пережита, переосмислена, вибрана і побудована самим учнем у процесі власної навчально-пізнавальної діяльності методологія саморозвитку.

З іншого боку, методологічна культура – здатність прогнозувати й конструювати власну навчально-пізнавальну діяльність, здійснювати рефлексію навчально-пізнавальної діяльності, діагностику її результативності щодо здобування і використання нових знань.

На основі системно-структурного аналізу нами була запропонована модель методологічної культури учнів у контексті вивчення природничих предметів [3]. До її складу входять такі компоненти: *мотиваційний; гносеологічний; предметно-змістовий; інформаційно-комунікативний; морально-етичний; операційно-діяльнісний; креативний; естетичний, організаційно-рефлексивний; продуктивний (діяльнісний досвід).*

Мета статті. У даній статті ми хочемо зупинитися детальніше на гносеологічному компоненті методологічної культури учня, основу якого складають розуміння змісту та суті процесу пізнання та методологічні знання, предметом яких є загальнонаукові методи емпіричного та теоретичного рівнів пізнання. Зокрема мова йтиме про ознайомлення учнів з методами моделювання та аналогії у контексті формування методологічної культури під час розв'язування творчих фізичних задач.

Виклад основного матеріалу. Засвоєння учнями предметних знань з фізики не можливе без засвоєння методів наукового пізнання. Мова йде про методологічні знання і пізнавальні уміння, які проявляються у виконанні прийомів наукового пізнання і відповідних розумових дій.

Предметом методологічних знань є загальнонаукові методи теоретичного пізнання: аналогії, моделювання, ідеалізація, формалізація, аналіз, синтез, індукція, дедукція, абстрагування та ін. Методологічні знання є елементом методологічної культури.

Пізнавальні уміння в даному контексті – це методологічні знання в дії. Зрозуміло, що методологічні знання і відповідні їм пізнавальні уміння формуються і реалізуються через застосування відповідних прийомів наукових методів пізнання і проявляються у виконанні відповідних розумових і практичних дій. Механізмом формування згаданих методологічних знань і відповідних пізнавальних умінь є процес розв'язування творчих фізичних задач.

Однією з актуальних проблем у цьому контексті є формування методологічних знань і відповідних умінь як засобу і результату розв'язування пізнавальних задач. У даному контексті актуальними є методи моделювання і аналогії. Що мається на увазі?

Моделювання – це дослідження об'єктів пізнання (реально існуючих предметів і явищ) за допомогою їхніх моделей. Це стосується як процесу пізнання в науці, так і процесу пізнання у навчанні.

Що розуміють під моделлю? Модель є відображенням реального об'єкта дослідження. Під моделлю розуміють уявну або реалізовану матеріально систему, яка відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінити його так, що її вивчення дозволяє отримати нову інформацію про цей об'єкт. Отже, модель знаходиться у певному відношенні до іншої системи, яка називається оригіналом [4]. При цьому виконуються такі умови:

1. Умова відображення: між моделлю й оригіналом існує відношення подібності.
2. Умова репрезентації: модель у процесі наукового пізнання є заміником досліджуваного об'єкта.
3. Умова екстраполяції: вивчення моделі дозволяє одержати інформацію про оригінал.

Як вже зазначалося, існують моделі матеріальні та ідеальні. Наприклад, демонстраційна модель чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння є матеріальною моделлю реального об'єкта, в даному випадку двигуна внутрішнього згоряння. За допомогою цієї моделі учні можуть вивчати будову, принцип дії реального пристрою.

Ідеальні моделі існують в уяві дослідника і можуть бути відтворені (матеріалізовані) у знаковій формі за допомогою малюнків, мови, формул тощо. Вивчаючи реальний об'єкт (природне явище, процес) дослідник створює його ідеальну модель, використовуючи відповідні поняття, графічні зображення, математичні символи, рівняння (формули) тощо. Фізичні поняття, величини, закони є мовою фізичної теорії, за допомогою якої і створюється теоретична модель досліджуваного об'єкта.

Як правило, в основі створення теоретичної моделі лежить математичне моделювання. Математичне моделювання – це відображення причинно-наслідкових зв'язків і відповідних закономірностей протікання тих чи інших фізичних явищ за допомогою системи рівнянь. Наприклад, система рівнянь

$$x = v_0 t \cos \alpha; \quad y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

є математичною моделлю руху тіла, яке кинуте під кутом до горизонту і рухається під дією сили тяжіння. Якщо розглядати дану математичну модель у сукупності з графічною моделлю (рис. 1), а також із системою відповідних понять (траєкторія, система відліку, початкова швидкість, прискорення вільного падіння та ін.), то будемо мати теоретичну модель даного руху.

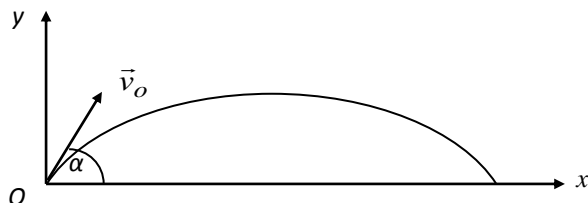


Рис. 1.

Отже, теоретичний метод дослідження фізичного явища полягає у побудові й аналізі його теоретичної, а отже, й математичної моделі.

У психолого-педагогічній літературі, присвяченій теорії і методиці розв'язування фізичних задач [1; 2; 6; 8], показано, що розв'язування задачі є процесом моделювання. Побудова адекватної теоретичної моделі фізичної ситуації, про яку йдеться в задачі, є запорукою успішного розв'язку. У педагогічній психології це називається етапом розуміння задачі або етапом побудови суб'єктом власної (внутрішньої) задачі. Без сумніву, що з таким завданням успішніше справиться той, хто володіє узагальненою теоретичною моделлю і може на її основі скористатися відповідною аналогією.

Для прикладу можна навести прямі аналогії між вільними механічними й вільними електромагнітними коливаннями; між вільними механічними коливання й рівномірним рухом по колу [6]. Де одне фізичне явище є аналогом для іншого, і навпаки.

Нагадаємо, що аналог (від грец. ἀνάλογος – відповідний) – це об'єкт вивчення, схожий (аналогічний) з певним іншим об'єктом. У випадку з вільними гармонічними коливаннями рівняння, що описують одне із названих явищ, мають однакову структуру з рівняннями, що описують інше фізичне явище. Тому між фізичними величинами, які характеризують ці явища, можна встановити певну відповідність на основі спільної математичної моделі. Абстрактною математичною моделлю цих явищ є диференціальне рівняння:

$$x'' = -\omega^2 x,$$

одним із розв'язків якого є функція

$$x = x_m \cos \omega t,$$

де x – деякий параметр періодичного процесу.

У випадку рівномірного руху по колу x – це координата точки, при умові, що центр кола співпадає з початком координат, x_0 – радіус кола, ω – кутова швидкість обертання.

Для вільних механічних коливань x – це координата тіла, за умови, що положення рівноваги співпадає з початком координат; x_0 – амплітуда; ω – циклічна частота коливань.

Для вільних електромагнітних коливань x – це заряд конденсатора (q); x_0 – максимальне значення (амплітуда) заряду (q_m); ω – циклічна частота коливань.

Узагальнюючи вищесказане, зазначимо, що аналогії між явищами можуть будуватися на основі спільної математичної моделі, як це показано на схемі (рис. 2). У свою чергу, ідеальна математична модель будується на основі аналізу, порівняння й узагальнення теоретичних моделей окремо взятих фізичних явищ, що і буде продемонстровано нижче.

Слід зауважити, що математична модель може бути різного рівня узагальнення. Наприклад, сукупність рівнянь

$$F = -kx; \quad a = -\frac{k}{m}x; \quad x = x_m \cos \omega t; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

складає математичну модель для вільних механічних коливань, де F – квазіпружна рівнодійна сила; k – коефіцієнт пропорційності; m – маса тіла, що коливається; ω – циклічна частота коливань.



Рис. 2. Аналогії на основі математичної моделі

Практика свідчить, що учні, які володіють даною математичною моделлю на достатньо високому рівні узагальнення, здатні успішно розв'язувати набагато ширше коло задач. Це не тільки задачі, в яких

розглядаються коливання тягарця на пружині або математичного маятника, але й інші ситуації наприклад: коливання поплавця на поверхні води, коливання рідини в U -подібній трубці та ін.

Якщо оцінювати математичні моделі з точки зору діяльнісного підходу, то можна стверджувати, що вони є орієнтувальною основою успішного розв'язування учнями широкого кола фізичних задач. Це вказує на те, що знання учнями відповідних математичних моделей високого рівня узагальнення, а також вміння користуватися на їх основі методом аналогії є важливим структурним елементом методологічних знань, формування яких закріплено стандартом фізичної освіти.

Формування згаданих методологічних знань має здійснюватись таким чином: від конкретного до загального, потім від загального до конкретно. Спочатку, в результаті аналізу, порівняння і узагальнення фізичних явищ в процесі розв'язування конкретних фізичних задач будується спільна математична модель, на основі якої потім знову ж розв'язуються конкретні фізичні задачі, аналізуються фізичні явища вже із застосуванням аналогій, побудованих на основі даної математичної моделі.

Варто зауважити, що методологічні знання є потужним засобом для розв'язування саме творчих фізичних задач. Як відомо, задача вважається творчою, коли учню невідомі засоби і спосіб її розв'язку, тобто відсутня орієнтовна основа для пізнавальної діяльності. У даному випадку саме методологічні знання виступають орієнтиром і засобом творчої пізнавальної діяльності.

Розглянемо застосування викладеного на прикладі розв'язування конкретної творчої пізнавальної задачі. Практика свідчить, що однією з проблем, які виникають під час вивчення рівномірного руху по колу, є визначення напрямку і модуля вектора прискорення. Так як учні не знайомі ще з елементами математичного аналізу, то математично строге розв'язання цього питання на основі граничного переходу

$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ є неможливим. Тому автори підручників та вчителі, як правило, вдаються до введення поняття так

званих нескінченно малих величин, не даючи їм належного математичного і фізичного обґрунтування. Такий підхід ускладнює процес теоретичного пояснення матеріалу, а отже, і сприйняття його учнями.

Сформулюємо проблему у вигляді пізнавальної задачі.

Задача. Матеріальна точка M рухається рівномірно по колу радіуса r з швидкістю v . Визначити модуль і напрям вектора прискорення.

Для розв'язання задачі, скористаємося методом моделювання і аналогії, спираючись на відомі вже положення теоретичної моделі рівномірного руху точки по колу.

Розглянемо графічну модель руху на рис. 3. Положення т. M відносно центра кола визначається радіусом-вектором \vec{r} . Вектор швидкості \vec{v} в будь-який момент часу напрямлений вздовж дотичної, а отже перпендикулярний до \vec{r} . Очевидно, що за час T , рівний періоду обертання точки M , вектор \vec{v} робить повний оберт. Так як модуль вектора швидкості не змінюється, то процес зміни вектора швидкості можна представити як рівномірне обертання деякої т. M' по колу з центром в т. O' і радіусом-вектором \vec{v} (рис. 4). Таким чином, рух т. M' є графічною моделлю зміни швидкості т. M .

Як видно з рисунків 3, 4, графічні моделі руху точок M і M' є аналогами. Зауважимо, що для цих рухів притаманна спільна математична модель рівномірного руху по колу.

Із зазначеної вище аналогії даних моделей і фізичного змісту миттєвої швидкості та прискорення слідує наступне:

- 1) радіус-вектор для т. M' є вектором миттєвої швидкості \vec{v} для т. M ;
- 2) вектор переміщення для т. M' є вектором зміни швидкості $\Delta \vec{v}$ для т. M ;
- 3) вектор швидкості для т. M' є вектором прискорення \vec{a} для т. M ;
- 4) період обертання T є однаковим для точок M і M' .

Виходячи із твердження 3, визначаємо на рис. 4. напрям вектора прискорення. Він напрямлений по дотичній, а отже перпендикулярний до вектора швидкості. Відповідно на рис. 3 цей вектор буде напрямлений до центра кола.

Для визначення модуля прискорення скористаємося спільною математичною моделлю руху точок M і M' . Модуль швидкості точки M

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (1)$$

Виходячи із тверджень 1, 3, 4, запишемо формулу для модуля прискорення:

$$a = \frac{2\pi v}{T} \quad (2)$$

Виразивши з (1) T і підставивши в (2), отримаємо:

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (3)$$

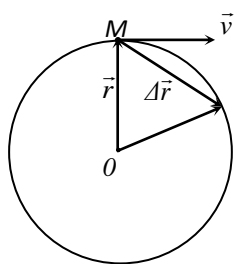


Рис. 3.

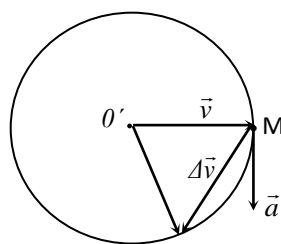


Рис. 4.

Задача розв'язана.

Враховуючи, що кутова швидкість ω для руху обох точок є однакою, можна отримати й інші співвідношення.

Для руху т. М:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r} \quad (4)$$

Для руху т. М':

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{a}{v} \quad (5)$$

З формул (4), (5) отримаємо формулу (3), а також й інші формули:

$$v = \omega r; \quad a = \omega v.$$

Висновки. Підсумовуючи сказане, можна стверджувати наступне:

Методологічна культура як дидактична категорія є однією із ключових, які визначають результативність природничої освіти. Без розкриття її змісту, внутрішньої структури, місця в ієрархічній системі цілей навчання неможливо чітко визначити основні засади, мету, завдання природничої освіти.

Важливим елементом методологічної культури у контексті вивчення фізики є методологічні знання і відповідні їм пізнавальні уміння, зокрема методи моделювання і аналогія.

Дільнісним механізмом формування методологічних знань і відповідних пізнавальних умінь є процес розв'язування творчих фізичних задач.

В основі розв'язування фізичних задач лежить метод моделювання.

Методологічні знання і відповідні їм пізнавальні уміння є орієнтувальною основою і засобом творчої пізнавальної діяльності.

Список використаних джерел

1. Балл Г.А. Теория учебных задач: Психол. - пед. Аспект / Г.А. Балл. – М.: Педагогика, 1990. – 183 с.
2. Галатюк Ю.М. Система методологічних знань як засіб і продукт творчої діяльності /Ю.М. Галатюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету. – Коломия: ВТП "Вік", 2001. – Вип. 7. – С. 112–116.
3. Галатюк Т.Ю. Модель методологічної культури учня у контексті вивчення природничих предметів / Т.Ю. Галатюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип. 21. – С. 178–181.
4. Калапуша Л.Р. Моделювання у вивченні фізики / Л.Р. Калапуша. – К.: Рад. школа, 1982. – 158 с.
5. Лукашов В. С. Методологическая культура личности: Понятие, структура, пути формирования (на материале подготовки военных инженеров): дис. ...доктора философ. наук: 22.00.06 / Лукашов Владимир Стефанович. – Санкт-Петербург, 1999. – 275 с.
6. Методи розв'язування фізичних задач. Методи моделювання та аналогії / Галатюк Ю.М., Левшенюк Я.Ф., Левшенюк В.Я., Тищук В.І. – Х.: Вид. група "Основа": "Тріада +", 2007. – 144 с.
7. Новиков А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: ИНТЕГ, 2007. – 668 с.
8. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи) / А.І. Павленко.– К.: Міжнародна фінансова агенція, 1997. – 177 с.
9. Філософський енциклопедичний словник / За ред. В.І. Шинкарука. – К.: "Абрис", 2002 – 742.

References

1. Ball G.A. Theory of learning tasks / G.A. Ball. – М.: Pedagogika, 1990. – 183 s.
2. Halatyuk Yu.M. The system of methodological knowledge as a means of product and creativity /Yu.M. Halatyuk //Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. – Kolomyia: VTP "Vik", 2001. – Vyp. 7. – S. 112–116.
3. Halatyuk T.Yu. Model student methodological culture in the context of the study of natural objects / T.Yu. Halatyuk // Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana

- Ohienka. Seriiia pedahohichna. – Kamianets-Podilskyi : Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka, 2015. – Vyp. 21. – S. 178–181.
4. Kalapusha L.R. Simulation to study physics / L.R. Kalapusha. – K.: Rad. shkola, 1982. – 158 s.
 5. Methods for solving physical problems. Methods of modeling and analogy / Halatiuk Yu.M., Levsheniuk Ya.F., Levsheniuk V.Ya., Tyshchuk V.I. – Kh.: Vyd. hrupa "Osnova": "Triada +", 2007. – 144 s.
 6. Lukashov V. S. Metodolohycheskaya culture personality, concept, structure, WAYS Formation (Preparation Material for voennykh engineers): dis. ...doktora filosof. nauk: 22.00.06 / Lukashov Vladimir Stefanovich. – Sankt-Peterburg, 1999. – 275 s.
 7. Novikov A.M. Methodology / A.M. Novikov, D.A. Novikov. – M.: INTEG, 2007. – 668 s.
 8. Pavlenko A.I. Methods of teaching high school students solving and making physical problems: (theoretical basis) / A.I. Pavlenko.– K.: Mizhnarodna finansova ahentsiia, 1997. – 177 s.
 9. Encyclopedic Dictionary of Philosophy / Za red. V.I. Shynkaruka. – K.: "Abrys", 2002 – 742.

FORMATION OF THE METHODOLOGICAL CULTURE OF PUPILS IN THE PROCESS OF SOLVING THE CREATIVE PHYSICAL PROBLEMS

Taras Halatyuk, Yuri Halatyuk

Rivne State University of Humanities, Ukraine

Abstract. *The article is devoted to the problem of formation of methodological culture of students in learning physics. It is shown that methodological culture is one of the key didactic categories, which determines the performance of science education. One of the main structural components of methodological culture is the methodological knowledge and cognitive abilities. Cognitive skills in this context is methodological knowledge in action. Methodological knowledge and cognitive skills are formed and implemented by applying appropriate methods and techniques of scientific knowledge and are manifested in the implementation of the relevant mental and practical action in the process of creative learning and cognitive activity. Mechanism of formation of the methodological culture of students in the physics teaching is a creative process of solving cognitive tasks. In particular we are talking about acquaint students with methods of modeling and analogies in the context of the formation of the methodological culture. Shows an example of applying simulation methods and analogies in the creative process of solving cognitive tasks.*

Key words: *methodological culture, modeling, analogy, creative individual task.*