

**Список використаних джерел:**

1. Байденко В. Компетенции в профессиональном образовании (К освоению компетентного подхода) / В. Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – № 11. – С.3-13.
2. Болотов В. А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе / В. А. Болотов, Б. Б. Сериков // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 10.
3. Зеер Э. Ф. Идентификация универсальных компетенций выпускников работодателем / Э. Зеер, Д. Заводчиков // Высшее образование в России. – 2007. – № 11. – С. 39-45.
4. Отражение содержания ключевых социальных компетентностей в текстах действующих ГОС ВПО (теоретико-эмпирический анализ) / [И.А. Зимняя, О.Ф. Алексеева, А.М. Князев и др.] : Проблемы качества образования. Кн. 2. Ключевые социальные компетентности студента. – М., Уфа, 2004.

5. Сальников Н. Реформирование высшей школы: концепция новой образовательной модели / Н. Сальников, С. Бурухин // Высшее образование в России. – 2008. – № 2. – С. 3-11.
6. Степко М. Ф. Компетентнісний підхід до організації підготовки фахівців, його розуміння і проблеми використання у вищій школі України / М. Ф. Степко // Педагогіка і психологія. – 2009. – № 2. – С. 42-50.
7. Чучалин А. Уровни компетенций выпускников инженерных программ / А. Чучалин // Высшее образование в России. – 2009. – № 11. – С. 3-13.

The article discusses the development of competency approach in higher professional education in Ukraine, which have a great importance for the branches of Professional Education.

**Key words:** competences, competency approach, qualyfical approach, knowledge, skills, experience, professional education, teaching activity, professional activity.

Отримано: 19.05.2011

УДК 371.302

**А. В. Рибалко, О. С. Рибалко**

*Національний університет водного господарства та природокористування, Рівненський обласний ліцей-інтернат*

**КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ ЗА ОСНОВНИМИ ТЕОРЕТИЧНИМИ МЕТОДАМИ ПІЗНАННЯ У ФІЗИЦІ**

У статті проаналізовано основні сучасні підходи до класифікації методів розв'язування навчальних фізичних задач. Запропоновано оригінальний підхід до класифікації цих методів на основі теоретичних методів пізнання у фізиці. Проілюстровано приклади розв'язування задач конкретними методами та наведено приклад їх класифікації.

**Ключові слова:** методи розв'язування навчальних фізичних задач, методи пізнання у фізиці, аналогія, уявний експеримент, класифікація.

Загальновідомо, що діяльнісний підхід у формуванні будь-яких вмій передбачає їх певну систематизацію. Тому, на нашу думку, вміння учнів розв'язувати фізичні задачі не можуть ефективно розвиватися без засвоєння ними певної системи методів розв'язування цих задач.

**Аналіз останніх досліджень.** У сучасній дидактиці фізики основними методами розв'язування навчальних задач стосовно характеру логічних операцій є аналітичний та синтетичний методи [5]. Аналітичний метод розв'язування полягає у поділі складної задачі на декілька простих (аналіз), а синтетичний – у встановленні окремих залежностей між даними фізичними величинами. Як правило, жоден метод у чистому виді не застосовується, тому більшість науковців схильні розглядати ці методи як один – аналітико-синтетичний. Очевидно, що такий підхід до класифікації методів розв'язування фізичних задач продиктований, насамперед, психологічними дослідженнями, згідно яких основним шляхом розв'язування проблеми є “аналіз через синтез” [12]. Тобто така класифікація фактично здійснена за ознакою характеру розумових операцій, які виконує суб'єкт під час розв'язування задачі. Проте будь-яка класифікація передбачає чітке виокремлення ознак, за якими вона здійснюється. Тому можливе розмежування методів розв'язування фізичних задач і за іншими ознаками. Так, наприклад, для розв'язування розрахункових кінематичних задач розрізняють аналітичний (алгебраїчний), координатний, графічний та інші методи [7]. Зрозуміло, що ця класифікація здійснена за видом ідеальної моделі, яка застосовується при розв'язуванні задачі (алгебраїчна, координатна, графічна). Відповідну класифікацію методів розв'язування задач можна здійснити й на основі фізичних тверджень, положень, принципів, законів. Наприклад, відомо багато задач з механіки, які можна розв'язати, застосовуючи як закони динаміки, так і закони збереження. У даному випадку самі ці закони стають методами розв'язу задачі. Наступним прикладом вищевказаної класифікації є цілий набір способів розрахунку електричних кіл: еквівалентне перетворення схем, роз'єднання та з'єднання точок однакових потенціалів, заміна трикутника зіркою, застосування правил Кіркгофа, метод накладання струмів тощо.

**Постановка проблеми.** В умовах реального навчального процесу учні, як правило, ознайомлюються саме з методами розв'язування задач, що спираються на основні фізичні положення, закони, принципи, концепції. У зв'язку з цим такі методи прийнято називати *стандартними*. Без-

умовно, вони логічно вписуються у структуру самого курсу фізики основної та старшої школи і є невід'ємною його ланкою. Тому більшість вчителів небезпідставно прагнуть створити передумови їх міцного засвоєння. Проте, на жаль, у процесі оволодіння учнями стандартними методами розв'язування задач мало звертається увага на ті методи фізичних досліджень, за допомогою яких і були встановлені ті ж фізичні закони, принципи, положення тощо.

**Завданням** цієї статті є класифікація навчальних фізичних задач за теоретичними методами пізнання у фізиці для створення передумов їх засвоєння.

Нагадаємо, що методи пізнання у фізиці прийнято поділяти на дві групи – *емпіричні* та *теоретичні*. До емпіричних відносять *спостереження* та *експеримент*. До теоретичних – *ідеалізацію* та *моделювання*, *метод аналогій*, *уявний експеримент*, *метод гіпотез*, *формалізацію* [2].

Здебільшого, у старшій школі практикуються такі стандартні методи розв'язування фізичних задач, як аналіз і синтез. Безумовно, вони тісно пов'язані з ідеалізацією та моделюванням. Але за таких обставин учні мало ознайомлюються з іншими методами теоретичних досліджень. Тому є сенс у постановці таких задач, методи розв'язування яких містять елементи загальних методів пізнання, причому сам метод пізнання може виступати при цьому як в ролі основного засобу розв'язування задачі, так і складовою частиною більш загального методу.

Наприклад, методика розв'язування фізичних задач навіть загальноприйнятими методами інколи передбачає уявні трансформації предмету задачі, споріднені з уявним експериментом. Так, будь-яка заміна електричної схеми на еквівалентну їй (заміна кількох опорів у вітці одним, заміна з'єднання споживачів трикутником на зірку і навпаки, зведення та роз'єднання вузлів з однаковим потенціалом тощо) здійснюється за рахунок мислительних операцій з уявними образами даної ситуації. Безпосереднє застосування уявного експерименту передбачають також *удосконалення-спрощення*, *ведення негативних величин*, *метод віртуальних (можливих) переміщень* та інші [13, 14]. Отже, більшість методів розв'язування фізичних задач містять елементи того чи іншого методу пізнання у фізиці. Зрозуміло, що елементи ідеалізації та моделювання певною мірою притаманні всім методам розв'язування задач, оскільки будь-яка навчальна задача вже сама є ідеалізованою моделлю реальної фізичної ситуації.

Наступним ефективним методом розв'язування фізичних задач є метод *аналогій* [14]. Сама його назва свідчить про характер відповідного йому методу пізнання у фізиці. Суть його полягає у застосуванні аналогії певного виду між відомою учням моделлю об'єкту (процесу, явища) і досліджуваному об'єктом (процесом, явищем). Як правило, це – використання подібності між математичними співвідношеннями, що описують явища або процеси різної природи. Серед найбільш застосовуваних аналогій слід виділити механічні аналогії механічних або немеханічних процесів, оскільки механічні явища є більш наочними. Ця наочність дозволяє утворювати у свідомості учнів досить яскраві уявні образи та оперувати ними. Але у деяких випадках зручно є немеханічна аналогія механічних процесів.

Прикладами типових аналогій, що надійно зарекомендували себе при розв'язуванні розрахункових задач курсу фізики старшої школи є подібність між кінематичними рівняннями прямолінійного та обертального рухів, між гравітаційною та електростатичною взаємодією, між механічними та електромагнітними коливаннями тощо. Досить дієвими є аналогії між механічними коливаннями та рухом по колу, між гармонічними коливаннями та прямолінійним рухом тіла під дією сили, що пропорційна зміщенню (наприклад, брусок ковзає із гладкої на шорстку горизонтальну поверхню), між потоком рідини та протіканням електричного струму в провіднику, оптико-механічна аналогія (принцип Ферма-Бернуллі) тощо.

Під час розв'язування якісних задач метод аналогій теж може бути досить ефективним. Так автор [8] пропонує організаційну схему процесу розв'язування фізичних задач на висунення припущень і формулювання гіпотез: *утворення ситуації* → *інтерес* → *асоціації* → *шукування* → *уява* → *актуалізація знань* → *здогадка*.

Проілюструємо практичне застосування методу аналогій при розв'язуванні якісних задач.

**Задача 1.** З'ясуйте, чому прасують білизну гарячою праскою. Навіщо при прасуванні тканину зволожують?

Як правило, при розв'язуванні цієї задачі найбільшу трудність у школярів викликає висунення припущень і формулювання гіпотез при спробі пояснити відомі їм факти. У цьому випадку для продуктивного зрушення процесу розв'язування слід застосувати штучні прийоми їх інтенсифікації розумової активності. Одним із таких прийомів може бути вищевказана операційна схема приведення учня до здогадки, практична організація окремих ланок якої наведена нижче.

✓ *Утворення проблемної ситуації* реалізується через постановку задачі після засвоєння учнями теми "Механічні властивості твердих тіл".

✓ *Виникнення у школярів відчуття зацікавленості* може бути викликано аналізом досить знайомої їм побутової ситуації, яка на перший погляд повинна досить просто пояснюватись. Але первинні спроби здійснити це пояснення здебільшого бувають невдалими, що викликає в учнів подив, цікавість, бажання збагнути суть явища.

✓ Для утворення нових *асоціацій* у школярів слід запропонувати їм згадати подібні технологічні процеси, у яких форму тіла змінюють завдяки його нагріванню.

✓ При цьому виникає стан *пошуку* потрібних аналогій, що мобілізує *уяву* учнів.

✓ Хоча процес цього пошуку і відбувається на основі уявних образів, проте часто приводить до *актуалізації* цілком реальної ситуації. У цьому випадку такою ситуацією може бути, наприклад, технологічний процес гарячого кування металів.

✓ Наведення аналогії між процесом термічної обробки металів та процесом прасування білизни приводить школярів до *здогадки* причини набування окремими ділянками тканини пластичних властивостей при її нагріванні.

Подібна схема може привести суб'єкта навчання до здогадки, яка б пояснювала другий факт – зволоження білизни під час прасування покращує його результат. У цьому випадку є сенс „підштовхнути” думки учнів до аналогій між зволженими папером та тканиною. Сухий папір явля

міцніший, наприклад, на розрив. Отже, молекули води в мокрому папері послаблюють міжмолекулярну взаємодію у волокнах самого паперу. Очевидно, що аналогічне послаблення сил взаємодії молекул вологої тканини робить її волокна менш пружними, а значить більш пластичними.

Зрозуміло, що виникнення здогадок на основі вищевказаних аналогій є лише частиною розв'язку задачі. Та, на жаль, учні часто на цьому зупиняються у своїх міркуваннях, вважаючи задачу розв'язаною. Тому необхідно ставити перед учнями вимогу оформлення розв'язання таких задач у вигляді доведення гіпотези.

Елементи наступного методу пізнання у фізиці – уявного експерименту, теж часто застосовуються у нестандартних методах розв'язування задач. Причому сам уявний експеримент може виступати при цьому як у ролі основного засобу розв'язування задачі, так і складовою частиною більш загального методу. Як приклад, розглянемо розв'язок наступних задач із залученням уявного експерименту.

**Задача 2.** На рис. 1 зображені ланцюжок довжиною  $L$  і два стрижні завдовжки  $L/2$  кожен. Центр мас якої системи знаходиться вище?

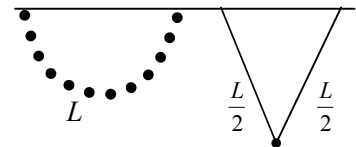


Рис. 1

Розв'язати цю задачу можна, здійснивши уявний експеримент, надаючи ланцюжку форми стрижнів. Якщо ланцюжок відпустити, то він самочинно займе попереднє положення, набуваючи мінімального значення потенціальної енергії. Отже, у ланцюжка центр мас нижчий, ніж у стрижнів, оскільки у стані стійкої рівноваги в полі тяжіння центр мас системи займає найнижче можливе положення.

**Задача 3.** У басейні плаває човен. Як зміниться рівень води в басейні, якщо з човна у басейн кинути камінь?

Уявимо, що весь басейн знаходиться на великих терезах. Їх покази не змінюватимуться при будь-яких перестановках тіл у басейні. Тобто сила тиску  $F$  на шальки терезів при цьому буде однаковою. Тоді до викидання каменя з човна ця сила дорівнює добутку гідростатичного тиску води висотою  $h_1$  на площу дна басейну  $S$ .

$$F = \rho g h_1 S. \quad (1)$$

Після викидання каменя із човна сила тиску на шальки складатиметься із суми сил гідростатичного тиску рідини та сили тиску каменя на дно  $mg - \rho g V$ :

$$F = \rho g h_2 S + mg - \rho g V = \rho g h_2 S + gV(\rho_1 - \rho), \quad (2)$$

де  $h_2$  – висота рівня води у другому випадку,  $\rho_1$  і  $V$  – густина та об'єм каменя відповідно. Із рівностей (1) і (2) слідує,

$$\text{що } h_1 = h_2 + \frac{V(\rho_1 - \rho)}{\rho S}.$$

Отже, рівень води в басейні понизиться на величину

$$\Delta h = \frac{V(\rho_1 - \rho)}{\rho S}.$$

Можна також говорити про методи розв'язування фізичних задач, що передбачають безпосереднє застосування уявного експерименту. Наприклад, метод *ускладнення-спрощення* вимагає уявної адекватної заміни даної системи іншою (складнішою або простішою). Для ілюстрації вищевказаного пропонуємо розв'язування наступної задачі.

**Задача 4.** Навісферична чаша радіусом  $R$  з тонкими стінками заряджена рівномірно з поверхневою густиною заряду у. Визначити потенціал в кожній точці поверхні  $AB$  (рис. 2).

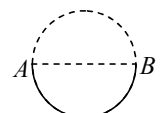


Рис. 2

Уявно доповнимо дану півсферу симетричною так, щоб утворилась сфера (рис. 2). Як відомо, всередині рівномірно зарядженої поверхні потенціал усіх точок – однаковий. Очевидно, цей факт відноситься й до точок поверхні  $AB$ . Потенціал всередині зарядженої сфери дорівнює  $\phi_0 = \frac{\sigma R}{\epsilon_0}$  (де  $\epsilon_0$  – електрична стала) і згідно прин-

ципу суперпозиції він є сумою потенціалів створених обома півсферами. Звідки потенціал однієї півсфери дорівнює

$$\phi = \frac{\sigma R}{2\epsilon_0}.$$

Наступним методом розв'язування фізичних задач, який ґрунтується на уявному експерименті, є метод *негативних величин*, оскільки він передбачає оперування уявними об'єктами, навіть такими, що невідомі сучасній науці (наприклад, негативна маса). У зв'язку з цим розглянемо таку задачу.

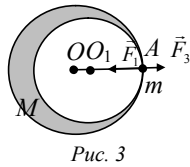


Рис. 3

**Задача 5.** Є куля масою  $M$  і радіусом  $R$  та матеріальна точка масою  $m$ . У скільки разів зменшиться сила тяжіння між ними, якщо в кулі зробити сферичну порожнину радіусом  $5R/6$ ? Матеріальна точка лежить на прямій, що проведена через центр кулі та порожнини, на відстані  $R$  від центру кулі і на відстані  $5R/6$  від центру порожнини.

Нехай центр кулі знаходиться в т.  $O$ , порожнини – в т.  $O_1$ , а матеріальна точка тоді, згідно умови, буде розміщена в т.  $A$  як показано на рис. 3.

Сила гравітаційної взаємодії між суцільною кулею і матеріальною точкою дорівнює

$$F = \gamma \frac{Mm}{R^2}. \quad (3)$$

Уявно заповнимо порожнину речовиною тієї ж густини, що і куля, але негативної маси  $M_1$  (див. рис. 3), що еквівалентно гравітаційному відштовхуванню між порожниною і матеріальною точкою з силою  $\vec{F}_3$ . Як видно з рисунка, сила взаємодії порожнистої кулі з матеріальною точкою дорівнює  $F_2 = F_1 - F_3$ . Оскільки  $|M_1| = \left(\frac{5}{6}\right)^3 M$ , то останній вираз набуде виду

$$F_2 = \gamma \frac{Mm}{R^2} - \gamma \frac{36Mm}{25R^2} \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^3 = \gamma \frac{Mm}{6R^2}. \quad (4)$$

Аналізуючи рівняння (3) і (4), приходимо до висновку, що сила гравітаційної взаємодії зменшиться у 6 разів.

Залучення уявного експерименту потребують також методи розгортки, віртуальних переміщень, деякі випадки розрахунку параметрів великих систем та інші методи розв'язування фізичних задач. Зокрема, *метод віртуальних (можливих) переміщень* для статичних (нерухомих) систем пропонувався до використання у шкільній практиці авторами [13, 14] та іншими. Апробація цього методу для динамічних (рухомих систем) розроблена нами у працях [9, 10].

У руслі нашого дослідження перспективним виявився маловживаний у старшій школі *метод розмірностей фізичних величин* [1, 4], оскільки розв'язування задач цим методом є невеликим самостійним дослідженням. Учень на початковому етапі повинен, опираючись на власну інтуїцію та досвід, сам проаналізувати фізичну ситуацію і вибрати потрібні фізичні величини. Отже, цей початковий етап можна віднести до дослідницького типу творчого завдання, оскільки під час його виконання учень повинен дати собі відповідь на запитання: *чому певна фізична величина повинна залежати від тієї чи іншої?* Окрім цього, він мусить висловити припущення стосовно імовірної залежності шуканої фізичної величини від інших, висунути гіпотезу для якісного пояснення цієї залежності та перевірити її. Оскільки така послідовність дій повністю відповідає стадіям методу гіпотез [6] у наукових дослідженнях, то, безумовно, вона сприяє формуванню вмінь застосовувати даний метод на практиці. Окрім цього метод розмірностей фізичних величин дає можливість орієнтуватися у складних фізичних ситуаціях, надійно оцінювати масштабність досліджуваних явищ, відновлювати в пам'яті забуті формули, перевіряти правильність проміжних і кінцевих результатів при розв'язуванні задач.

Здійснений аналіз методів розв'язування навчальних фізичних задач свідчить, що кожен з них містить елементи методів пізнання у фізиці. Проте з дидактичних міркувань кожному методу розв'язування задачі можна поставити у відповідність один з основних методів пізнання. Пропонувана нами класифікація вищевказаної відповідності наведена у табл. 1.

Таблиця 1.

**Класифікація методів розв'язування навчальних дослідницьких фізичних задач за основними теоретичними методами пізнання у фізиці**

Метод пізнання у фізиці	Метод розв'язування навчальних задач
Ідеалізація і моделювання.	1. Аналітико-синтетичний, графічний.
Аналогія.	2. Метод аналогій.
Уявний експеримент.	3. Ускладнення-спрощення, введення негативних величин, віртуальних переміщень.
Метод гіпотез.	4. Метод розмірностей фізичних величин.

На нашу думку, пропонувана класифікація створює передумови системного засвоєння учням не лише методів розв'язування задач, а й методів наукового пізнання.

**Список використаних джерел:**

1. Галатюк Ю. М., Левшенюк Я. Ф., Рибалко А. В., Тишук В. І. Метод розмірностей і принцип подібності // Навчально-методичне видання. Серія: дидактика фізики. Випуск 1. – Рівне: РДГУ, 2004. – 55 с.
2. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – 127 с.
3. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.
4. Компанец А. С. Размерность физических величин // Квант. – 1975. – № 1 – С. 9-17
5. Коршак С. В., Гончаренко С. У., Коршак Н. М. Методика розв'язування задач з фізики. – К.: Вища школа, 1976. – 240 с.
6. Момот Л.Л. Проблемно-пошукові методи навчання в школі. – К.: Рад. школа, 1983. – 63 с.
7. Пастушенко С. М. Розв'язуємо задачі з фізики: У 3 вип.: Навч. посіб. для загальноосвіт. навч. закл.: – К.: Діал, Кам.-Под.: Абетка, 2002. – Вип. 1. Механіка. – 220 с.
8. Редько Г. Б. Аналогії в курсі фізики середньої школи: Посібник для вчителів. – К.: Рад. школа, 1980. – 56 с.
9. Рибалко А. Адаптація методу віртуальних переміщень до розв'язку задач з динаміки. // Збірник матеріалів : проблемні методики викладання фізики на сучасному етапі : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Кіровоград, 2000. – С. 291-294.
10. Рибалко А., Галатюк Ю. Нетрадиційні методи розв'язування фізичних задач. Метод віртуальних переміщень при обертальному русі // Фізика. – К: Шкільний світ, 2002. – № 12. – С. 5-9.
11. Рибалко А.В. Використання поурочної системи навчальних завдань для забезпечення ефективного засвоєння учнями нових понять // Фізика для фізиків. – Рівне: РОШПО, 2003. – № 1(5). – С. 52-54.
12. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер Ком, 1999. – 720 с.
13. Фізика, 9 кл. : Пробний підручник для серед. загальноосвіт. шк. / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – Київ: Ірпінь: ВТФ „Перун”, 2000. – 232 с.
14. Шапиро А.И., Бодик В.А. Оригинальные методы решения физических задач: пособие для учителя. – К.: “Магістр-S”, 1996. – 159 с.

In the article the basic modern going is analyzed near classification of methods of uniting of educational physical tasks. The original going is offered near classification of these methods on the basis of theoretical methods of cognition in physics. The examples of uniting of tasks are illustrated by concrete methods and an example of their classification is made.

**Key words:** methods of uniting of educational physical tasks, methods of cognition in physics, analogy, imaginary experiment, classification.

Отримано: 6.07.2011