

**ФІЗИЧНА КАРТИНА СВІТУ — РАЦІОНАЛЬНА ЧИ РАЦІОНАЛЬНО-ОБРАЗНА?**

У статті розглядається актуальна проблема розвитку в учнів загальноосвітніх шкіл раціонально-образної фізичної картини світу, оскільки на сьогоднішній день фізична картина світу формується лише як раціональна.

**Ключові слова:** фізична картина світу, мова фізики.

Назва статті виникла при обговоренні питання про особливості мови фізики. Методиці навчання мови фізики присвячені роботи [4; 5; 7]. Тільки завдяки мові фізики з'являється можливість установити різноманітні співвідношення, які являють собою відображення об'єктивно існуючих зв'язків між досліджуваними явищами і процесами, і ті формули надто складні, щоб їх можна було достатньо коротко описати звичайною мовою. Однак при формуванні в учнів фізичної картини світу поза увагою учителів і методистів часто залишається думка про те, що, як і звичайна мова, мова фізики має дві спільні складові: однією користується логіка раціонального (словесного, понятійного) знання, а другою — логіка образного мислення. Які гносеологічні зв'язки мови фізики і звичайної мови? У кожній із них є не просто дві компоненти (словесна і образна), це два типи "схоплення", пізнання навколишнього світу. Два різних шляхи сприйняття навколишнього світу були помічені давно. Згадаємо слова Сократа: "Заговори, щоб я тебе побачив". А в "Іліаді" Гомера Гектор говорить про передчуття ним його трагічної долі, коли він, переконуючись і думкою (тобто спираючись на раціональне мислення), і серцем (спираючись на образні передчуття), повідав, що "Настане колись день, і загине священна Троя". З часом було дано пояснення цього феномену: виявляється, що ліва половина головного мозку людини забезпечує головним чином процедури раціонального мислення, а права — образного. Виявлено, що досить часто образне "схоплення" світу точніше від раціонально-логічного (понятійного, розрахункового) у сфері самої раціональної науки, на що вказував Б.В.Раушенбах. Так, в "Гіперболоїді інженера Гаріна" О.Толстой (письменник, а не фізик) описав "промінь смерті", абсолютно неможливий на ту пору, задовго до створення лазерної зброї. Приналежність тієї чи іншої людини до "фізиків" і "ліриків" залежить від того, яка із півкуль головного мозку в нього домінує. Стосується це людей, не наділених особливими талантами, і видатних людей. Проте і "фізики", і "лірики" за своєю природою мають внутрішню психологічну потребу в наочній картині об'єкта вивчення. Постає питання, що розуміти під "картиною", а відтак, що таке "наочність".

Проблема наочності фізичного знання досить складна. Про це свідчить як недооцінка, так і перебільшення її ролі в структурі пізнання навколишнього світу. Основне методологічне правило "енергетистів" (В.Оствальд, П.Дюгем) полягало в тому, щоб "говорити про природні процеси мовою, вільною від образів" [3, с.54]. А творець електронної теорії Г.А.Лоренц писав: "Мені хотілося б зберегти цей науковий потенціал — описувати все, що відбувається в світі, за допомогою ясних образів" [3, с.72].

Розрізняють знакову наочність і образну наочність (або мислену і конічну). Вони є евристичними замінниками, "картиною" досліджуваних фізичних явищ. Елементи образних моделей просторово рознесені, у знакових моделях подібність просторових відношень відсутня. Образну наочність умовно поділимо на два види: наочні ілюстрації і наочні образи. Наприклад, графіки, покази стрілок на шкалі вимірювальних приладів, тріщання лічильників, фотографії треків заряджених частинок, через які розкриваються властивості

об'єкта, віднесемо до наочних ілюстрацій. Хоча наочні ілюстрації виконують допоміжну роль у пізнанні фізичних явищ, все-таки вони становлять певний педагогічний інтерес. На відміну від наочних ілюстрацій наочний образ "являє собою і деяке знання, і засіб одержання нових знань про оригінал" [6, с.216], у наочних образах "втільнення суми знань про моделюючі об'єкти", вони є, насамперед, гносеологічними образами. Про наочний образ слід говорити як єдність чуттєвого і раціонального.

Історія фізики підтверджує, що ряд видатних відкриттів в галузі фізики мікросвіту було зроблено часто на основі вдало підібраних чи спеціально створених дослідниками наочних образів. Академік Л.І.Сєров указував, що "фізики говорять про відкриття, тоді як в дійсності вони припускають деякі схеми і механізми, які потрібні і корисні, але тільки наблизено відповідають реальності".

А на думку французького фізика Луї де Бройля, "оперування наочними образами лежить в основі всіх досягнень науки".

Формування наочного образу — важливе дидактичне завдання. Зв'язок між поняттям (системою понять) і його чуттєвим наочним образом знайти вдасться не завжди. Коли ми говоримо, що світло — хвильовий процес, то спираємось на найпростіший образ світлової хвилі, якою є хвиля на поверхні води, і використовуємо його при поясненні інтерференції і дифракції.

Свідомість може конструювати поняття, які не мають свого прообразу в об'єктивному світі (система відліку). Проте, синтез корпускулярних і хвильових властивостей не має наочних образів (і моделей).

Потреба у формуванні наочних образів особливо необхідна для учнів гуманітарних закладів, оскільки у них домінує образне мислення і їм "дохідливо пояснювати" означає використовувати наочні образи. Для учнів "розуміти" означає уявити.

Покажемо, що звичайний рисунок може нести різне смислове навантаження — бути наочною ілюстрацією і наочним образом.

Наведемо приклади розв'язування задачі з кінематики на зворотньо-поступальний рух тіла на похилій площині. Пропонуємо алгоритм розв'язування таких задач.

I. 1. Провести аналіз умови — "читання" графіка.  
2. Графічний опис руху зобразити на малюнку (координатній осі), який ілюструє відмінність між цим графіком і траєкторією руху.

3. Записати коротко умову задачі, виходячи із даних, одержаних при "читанні" графіка.

II. 1. Записати загальні рівняння, які описують одну і ту саму ознаку механічного руху — зміну положення тіла в просторі.

2. Врахувати початкові умови.

3. Побудувати графіки одержаних залежностей ( $x = x(t)$ ,  $s_x = s_x(t)$ ,  $L = L(t)$ ) на основі результатів, одержаних із інших графіків, наприклад,  $v_x = v_x(t)$ .

III. Встановити зв'язок і відмінність між величинами, які характеризують рух тіла.

**Задача 1.** На рис. 1 поданий графік руху бруска по похилій площині. Використовуючи цей графік, побудувати графіки шляху, проекцій швидкості і пере-

міщення. Визначити проекцію швидкості, проекцію переміщення, обчислити шлях і модуль переміщення через час  $t = 5$  с.

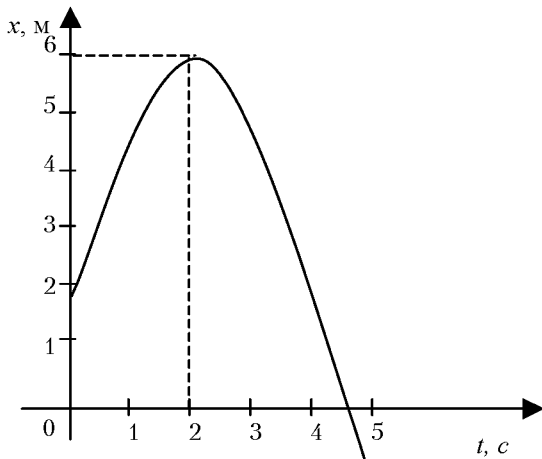


Рис. 1.

І. 1. На графіку показана залежність координати тіла від часу для випадку прямолінійного рівноспівільненого руху тіла, оскільки вітки параболи напрямлені вниз при  $a_x < 0$  (вгору при  $a_x > 0$ ). Функціональна залежність квадратична. Із графіка видно, що протягом перших 2 секунд тіло переміщувалося у напрямку початкового руху, поступово зменшуючи швидкість. На момент часу  $t_1 = 2$  с воно водночас прибувало, перебувало і почало рухатися у зворотному напрямі. Координата тіла стає від'ємною при  $t_2 = 4,5 \pm 0,5$  с. Із графіка також видно, що у початковий момент часу тіло знаходилося в точці з координатою  $x_0 = 2$  м. Вершина параболи має координати  $x = x_0 - \frac{v_{0x}^2}{2a_x}$  і  $t = -\frac{v_{0x}}{a_x}$ , значення яких можна знайти із графіка ( $x = 6$  м,  $t = 2$  с). Використовуючи вирази для координат вершини параболи як рівняння з двома невідомими  $a_x$  і  $v_{0x}$ , знаходимо:  $v_{0x} = \frac{2(x - x_0)}{t}$ ,

$$a_x = -\frac{v_{0x}}{t}, \text{ тому } v_{0x} = 4 \text{ м/с}, a_x = -2 \text{ м/с}^2.$$

На координатній осі  $Ox$ , проведеній на похилій площині, представимо наочну ілюстрацію руху (рис. 2).

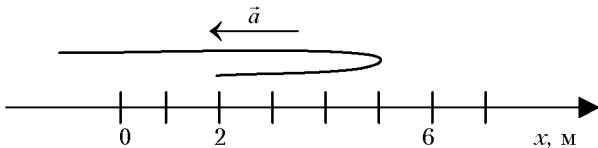


Рис. 2.

Записують умову задачі, дані, знайдені із графіка  $x = x(t)$ . На графіку залежності  $s_x = s_x(t)$  координати параболи такі:  $s_x = -\frac{v_{0x}^2}{2a_x}t + \frac{v_{0x}}{a_x}t$ . Аналітичний вираз залежності пройденого тілом шляху від часу має вигляд:  $L = \frac{v_0^2}{2a} + \frac{a \left| t - \frac{v_0}{a} \right| \cdot \left( t - \frac{v_0}{a} \right)}{2}$ .

2. Записують конкретні рівняння руху, проекції швидкості, проекції переміщення і шляху

$$x = 2 \text{ м} + 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} t - 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} t^2; v_x = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} t;$$

$$s_x = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} t - 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} t^2.$$

Відповідно до цих рівнянь будують графіки; через 5 с  $v_x = -6 \frac{\text{м}}{\text{с}}, x = -3 \text{ м}, s_x = -5 \text{ м}, L = 13 \text{ м}$ . Так, графік  $v = v_x(t)$  має вигляд (рис. 3).

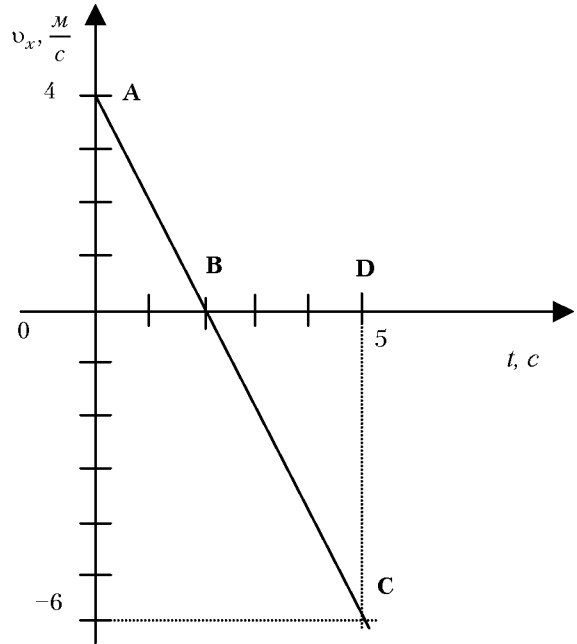


Рис. 3.

Координата  $x = 0$  при  $t = 4,45$  с,  $s_x = 0$  при  $t = 4$  с. Наочний образ руху тіла показано на рис. 4.

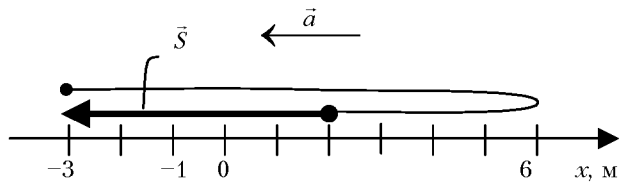


Рис. 4.

ІІІ. Відмінність між проекцією переміщення і шляхом добре прослідковується, якщо скористатися графіком залежності швидкості руху тіла від часу (рис. 3). Тут проекція переміщення обчислюється як алгебраїчна сума площ трикутників  $BCD$  і  $AOB$ :

$$s_{BCD} + s_{AOB} = -\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 6 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4 = -9 + 4 = -5 \text{ (м)}.$$

Шлях знаходять як арифметичну суму:  $9 + 4 = 13$  (м).

**Задача 2.** На рис. 5 зображений графік швидкості руху тіла. Охарактеризуйте його рух, побудуйте графіки руху, проекції переміщення, шляху. Визначте координату, проекцію переміщення, шлях і модуль переміщення тіла через 5 с. Вважати початкову координату  $x_0 = 1$  м.

І. Рух рівноприскорений, зворотно-поступальний. Тіло рухалося протилежно до напрямку осі  $Ox$  ( $v_x < 0$ ) протягом чотирьох секунд і після  $t = 4$  с стало рухатися вздовж осі  $Ox$  ( $x_x > 0$ ). Знайдемо прискорення. Виберемо проміжок часу від 0 до 4 с. За цей час швидкість руху зменшилася від  $-3$  м/с до 0 м/с. Отже,  $a_x = \frac{\Delta v}{\Delta t}, a_x = \frac{0 - (-3) \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 0,75 \text{ м/с}^2$ .

На момент часу  $t = 5$  с тіло мало швидкість 0,75 м/с (ордината точки  $C$ ). Як видно із графіка, початкова швидкість  $v_0 = -3 \text{ м/с}$ . Враховуючи початкову координату  $x_0 = 1$  м, запишемо рівняння руху  $x = 1 \text{ м} - 3 \frac{\text{м}}{\text{с}} t + 0,375 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} t^2$ . На момент  $t = 4$  с його координата  $x = -5$  м.

П. Запишемо загальні рівняння, які характеризують рух тіла:  $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ . Рівняння проекції швидкості з урахуванням початкових умов  $v_x = -3 \frac{M}{c} + 0,75 \frac{M}{c^2} t$ ; рівняння проекції переміщення записують так:  $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ , у цьому випадку графік проекції переміщення являє собою параболу  $s_x = -3 \frac{M}{c} t + 0,375 \frac{M}{c^2} t^2$ . Координати її вершини  $s_x = -6 \text{ м}, t = 4 \text{ с}$ .

Координата тіла через 5 с  $x = -4,625 \text{ м}$ , проекція переміщення  $s_x = -5,625 \text{ м}$ , модуль переміщення  $s = 5,625 \text{ м}$ . Проекцію переміщення можна знайти за алгебраїчною сумою площ трикутників  $AOB$  і  $BCD$  (рис. 5):  $S_x = -6 \text{ м} + 0,375 \text{ м} = -5,625 \text{ м}$ .

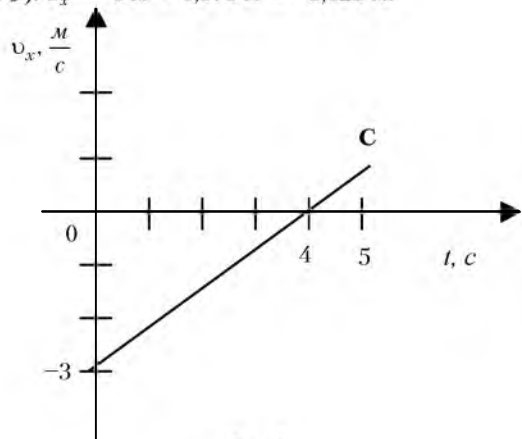


Рис. 5.

Шлях обчислюють як арифметичну суму площ:  $L = 6,375 \text{ м}$ , що співпадає із даними рис. 6.

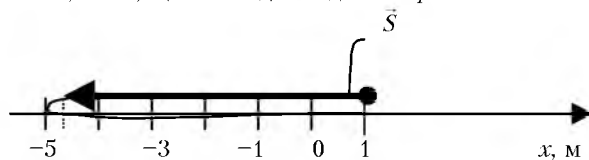


Рис. 6

Наведемо приклад використання наочних образів при формуванні фізичних понять, відомий із історії фізики, який може знайти місце в навчальному процесі.

Уявимо, що порожній циліндр, внутрішні стінки якого являють собою "абсолютне дзеркало", повністю відбиває всі промені, що на нього падають. Припустимо, що ми на дуже малій проміжок часу відкрили невеликий отвір у циліндрі, впустили всередину пучок світла, а отвір швидко закрили. Променева енергія попала в пастку: вона не вийде назовні і не може поглинутися речовиною циліндра, оскільки "абсолютне дзеркало" її цілком відбиває.

Другий етап експерименту: циліндр отримує деяке прискорення завдяки поштовху в будь-якому напрямку. Що повинно відбутися в цій системі? Очевидно, що променева енергія в передній частині циліндра стане розрідженою, а в задній — згущеною. Але, як було передбачено Максвеллом і підтверджено дослідниками російського вченого П.М.Лебедева, згущена енергія буде тиснути на задню стінку сильніше, а розріджена енергія на передню — менше. Створюється сила, яка діє в сторону, протилежну до напрямку прискорення. А це означає, що прискорення циліндра зменшиться, ніби його маса збільшилася. У подальшому це положення було розвинене в законі еквівалентності маси і енергії:  $E = mc^2$  [6, с.248].

Як і у фізичній науці, формування наочних образів у дидактичному плані є розв'язанням певного пізнавального завдання і забезпечує дослідницький підхід у навчанні фізики.

Так, визначення енергії зв'язку як фізичної величини, що дорівнює роботі, необхідній для розщеплення ядра на окремі нуклони без надання їм кінетичної енергії, супроводжуємо ілюстрацією (рис. 7).

Запишемо формулу  $E_{зв} = (Zm_p + Nm_n + m_\alpha)c^2$ .

$$"+" E_{зв} = (Zm_p + Nm_n - m_\alpha)c^2$$

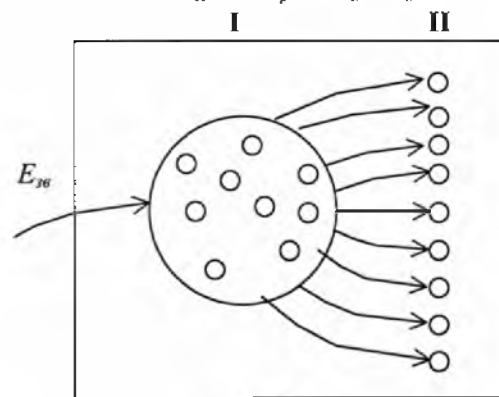


Рис. 7.

Енергія зв'язку атомних ядер, визначена за цією формулою, додатна. Енергією зв'язку атомних ядер називають також фізичну величину, яка чисельно дорівнює тій енергії, що виділяється при утворенні ядра з нуклонів (рис. 8), тобто  $E'_{зв} = (m_\alpha - Zm_p - Nm_n)c^2$ .

$$"- " E'_{зв} = (m_\alpha - Zm_p - Nm_n)c^2$$

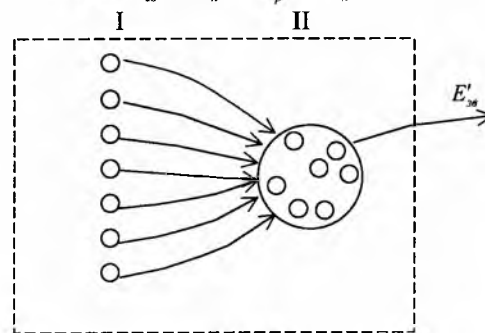


Рис. 8.

Енергія зв'язку атомних ядер, визначена за цією формулою, від'ємна.

Згодом ці визначення використовують для пояснення того, чому при поділі ядер урану або при їх синтезі енергія виділяється (рис. 9; 10). В обох випадках енергія реакції — це різниця між енергіями зв'язку ядер до і після реакції.

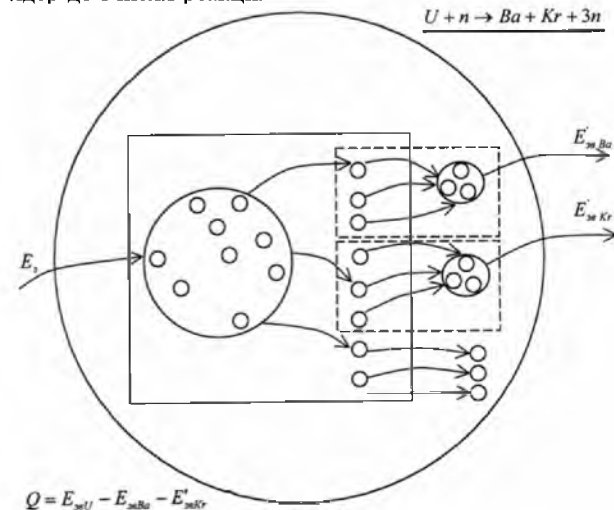


Рис. 9.

Рисунки 7 і 8 є, по суті, наочними ілюстраціями, мозаїкою, а рис. 9 і 10 – наочним образом, "картинкою", що дає наочне тлумачення поняття енергії реакції поділу та синтезу.

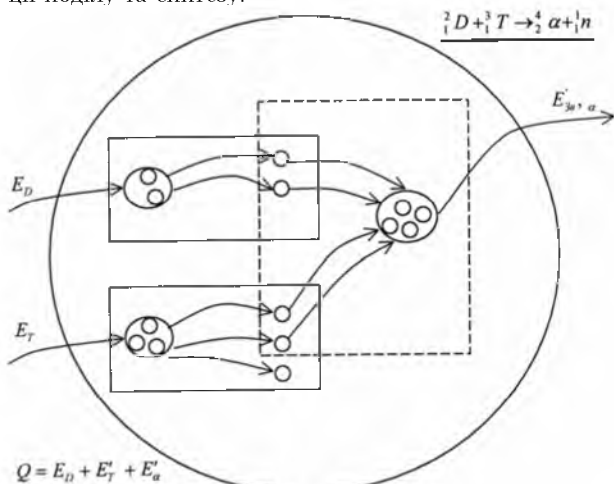


Рис. 10

Запропоновані вище приклади формування наочних образів можна з успіхом застосувати при узагальненні знань учнів про фізичну картину світу. Надалі будемо займатися створенням наочних образів для проведення творчих уроків з фізики.

УДК 371.26:373.545

А.І.Варіс

Мелітопольський інститут державного і муніципального управління

### НОВІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ У КЛАСАХ ПРИРОДНИЧОГО ПРОФІЛЮ

У статті розглядається компетентісно орієнтований підхід до профільного навчання і проблема оцінювання навчальних досягнень учнів у навчанні фізики природничого профілю. Розглянуто складові рівні профільної підготовки учнів у формуванні компетентності учнів природничого профілю навчання.

**Ключові слова:** профільність, природничий, фізика, оцінювання, компетентність.

В умовах інтеграції України в європейській і світовий освітній простір та Болонський процес, глибокого впливу на освіту змін у сучасному суспільстві виникає необхідність оновлення та модернізації шкільної освіти. Ці завдання матимуть свою реалізацію за умови нової парадигми освіти – компетентісно орієнтованого підходу у навчанні. На сьогоднішній день компетентісний підхід визнається найважливішим орієнтиром розвитку сучасної освіти у світі.

Питання компетентісної освіти широко обговорюється у педагогічних кругах. Компетентісні підходи до навчання досліджують О.Овчарук, О.Пометун, О.Савченко, С.Бондар, Т.Іванова, С.Шишов, Н.Шиян, П.Горностаї, А.Тубельський, А.Серебряков, А.Хуторської, І.Єрмаков, О.Серебряков та ін.

Компетентісний підхід в освіті – це, перш за все, спроба відмовитися від книжково-абстрактного знання, як основи освіти. Це визнання того, що справжнє знання – це індивідуальне, особистісне знання, Я-знання, створене на досвіді власної діяльності учня.

Традиційний підхід до навчання передбачає предметне формування знань, вмінь та навичок учнів. Компетентісний підхід знання ставить за основу, але при цьому формується вміння учня мобілізувати у конкретній ситуації отримані знання та вміння, здатність учня діяти у ситуації невизначеності [2, с.18].

Компетентісний підхід до навчання означає спрямованість процесу навчання на формування в учнів життєвих (ключових) компетентностей як результату навчання [1, с.13]. Кількість і характер ключових компетенцій

### Список використаних джерел:

1. Гончаренко С. Український педагогічний словник. – К.: Либідь, 1997. – 374 с.
2. Каменеїцький С.Е., Солодихин Н.А. Моделирование в преподавании физики // Физика в школе. – 1970. – №3. – С.72-77.
3. Поткович В.В. До питання про наочність у сучасній фізиці та роль модельних уявлень у навчанні фізики // Фізика в школі. – К.: Рад. школа, 1972. – С.70-78.
4. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Методика ознайомлення учасників з мовою фізической науки // Методические рекомендации по физике / Под ред. П.И.Самойленко. – М.: Высш. шк., 1990. – Вып. 13. – С.48-88.
5. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Основы методики ознайомлення учасників з научным языком физики // Специалист. – 1994. – № 10. – С.29-48.
6. Славин А.В. Наглядный образ в структуре познания. – М.: Политиздат, 1971. – 271 с.
7. Шут М.І., Бережний П.В., Касперський А.В. "Мова" фізики: Довідковий навчальний посібник. – К.: НПУ, 2000. – 37 с.

The issue of the day of development at the students of general schools of rationally-vivid physical picture of world is examined in the article, as on today the physical picture of world is formed only as rational.

**Key words:** physical picture of world, language of physics.

Отримано: 12.06.2005.

ностей постійно змінюється і удосконалюється. Більш докладне ознайомлення з ключовими компетенціями можна знайти у роботі І.А.Зимньої [6] та ін.

Теорія компетентісно зорієнтованої освіти знаходить своє вагоме місце і у профільному навчанні. Зокрема, результатом профільного навчання учнів має стати сформована *профільна компетентність*. Науковці ще мають розв'язати завдання з визначення основ формування профільної компетентності учнів – формування оновленого змісту навчання, модернізації у зв'язку з цим дидактичних засобів, форм та методів навчання, визначення кінцевого результату профільного навчання – компетентності учня та способів оцінювання рівня компетентності. Оцінювання профільної компетентності учня, як результату його навчальної діяльності і є завданням даної статті.

Традиційний підхід до оцінювання рівня знань та вмінь спрямований, як правило, на перевірку лише репродуктивного рівня засвоєння інформації, фактичних і алгоритмічних знань і вмінь, включаючи іспити і т.д. Оцінювання навчальних досягнень учнів у профільному навчанні, на наш погляд, має ставити на меті визначення глибини й обсягу індивідуальних знань, ступінь і характер особистих зусиль учнів, що зможе визначити рівень профільної компетентності учня. Необхідно враховувати не тільки абсолютні знання, але і рівень досягнень, розвитку здібностей, мотивації, особисті якості, пізнавальний інтерес. Виникає проблема оцінювання рівня навчальних досягнень випускника школи, як рівня його профільної компетентності.