

9. *Таран З.* Трансформація ролі педагога в управлінні творчими та практико-орієнтованими проектами // *Наука і школа.* – 2003. – №6. – С.18-20.

Among different approaches to the problem of activation and realisation of pupils' talent in the process of teaching phys-

ics we have proposed a systemic approach to the formation of senior pupils' creative activity using project technologies

Key words: project, activity, studies, physics.

Отримано: 12.06.2006.

УДК 372.853:53(07)

О.Т. Проказа, О.В. Грицьких*

Луганський національний педагогічний університет імені Тараса Шевченка

** Комуніальний заклад: Луганська спеціалізована школа №1*

ПЕДАГОГІЧНЕ БАЧЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНОГО І НАУКОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ФІЗИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ЙОГО ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Обґрунтовується оновлення змісту навчального матеріалу на підґрунті більш дієвого використання методологічного і наукового потенціалу фізики. Запропонована логічна структура змісту навчального матеріалу за темою «Ефект Комптона». Розроблена педагогічна семіотична система як засіб навчання.

Ключові слова: методологічний потенціал, науковий потенціал, логічна структура навчального матеріалу, педагогічні семіотичні системи, синтактика, семантика, прагматика, система знань, цілісна картина світу.

Сьогодні висуває до освіти цілу низку проблем, які без наукового (педагогічного) «втручання» не можуть бути вирішеними. «Розвиток освітньої галузі може бути відображений у моделі фізичної освіти, структура якої заздалегідь: мета фізичної освіти \Rightarrow стандарт фізичної освіти (план) \Rightarrow управління. Читке подання структурних елементів прогнозу – ознака його дієвості» [1, с.15]. Деякі проблеми змісту навчального матеріалу на підґрунті оптимістичного прогнозування та науково-теоретичні основи підручника з дидактики фізики ми розглядали раніше [2, с.40-41; 3, с.63-64]. Приклади конкретного змісту навчального матеріалу з фізики у вигляді «ювілейних дат», які суттєво вплинули не лише на духовну культуру людства, а й на світову цивілізацію, були запропоновані нами і опубліковані у газеті «Фізика» [4, с.3-6].

Актуальність наукової проблеми щодо формування змісту навчального матеріалу з фізики особливо загострюється в умовах переходу школи на нові стандарти освіти та 12-річний термін навчання. Передбачається перехід «від інформаційно-виконавчих до пошуково-креативних технологічних схем навчання фізики» [1, с.15].

Ми продовжуємо творчі пошуки і наукові дослідження щодо змісту освіти, поелементного аналізу змісту навчального матеріалу з метою побудови оптимальних логічних структур [5, с.5-9].

Звернемось до деяких висловів А.Ейнштейна, які він наводить у автобіографії [6], а потім підтверджує їх у 1951 році. Він повідомляє, що п'ятдесят років нескінченних роздумів «ні на йоту» не наблизили його до відповіді на питання: **що ж таке квант світла – фотон?** Багато хто думає, що їм це відомо, але вони «глибоко помиляються»... Маємо пізнавально-методологічний парадокс, пов'язаний з тим що автор теорії фотоефекта, за яку він був нагороджений Нобелівською премією, ширю і відверто зізнається у своєму нерозумінні, що таке фотон? Аналогічне зізнання висловив і другий геніальний фізик Луї де Бройль: «*И всё же я должен честно признаться, что если за всё это время я и добился несколько более глубокого понимания некоторых сторон этого вопроса, то я не могу всё ещё с полной уверенностью сказать, что таится под маской, скрывающей подлинное лицо квантов...* Сказанного здесь уже достаточно, чтобы показать читателю как глубока и интересна квантовая теория... Именно поэтому квантовая физика представляет интерес не только для специалистов, она заслуживает внимание каждого культурного человека» [7, с.13]. Прямим доказом існування фотонів є теорія Комптона-Дебая, яка «так просто і изячно пояснила найбільш суттєві особливості комптоновського розсіяння, що сразу стала ещё одним блестящим доказательством существования фотонной теории света» [7, с.98]. Все це, звичайно, так, але ж ця теорія, як і теорія фотоефекта не відповіла на запитання: **що ж таке фотон?**

Наголосимо, що Луї де Бройль – блискучий педагог, і популяризатор науки. Він був нагороджений і першою

премією Калінгі, яка була затверджена ЮНЕСКО за пропозицією Індії на честь її правителя. Останній у V столітті до н.е. наполегливо сприяв розвитку освіти. Луї де Бройлю належить ряд цікавих висловлювань з педагогіки та методології: «*Безусловно, что преподавание, по самой сути своей, имеет склонность к догматизму, что оно стремится придать окончательную, застывшую форму состоянию наших знаний, в действительности всегда временному*».

Після створення квантової теорії, у склад якої входить принцип невизначеностей Гейзенберга-Бора (1927 рік) фізичний зміст поняття «фотон» зазнав суттєвих змін.

Фотону притаманна енергія $E = h\nu$ та імпульс, тобто для даного фотона його імпульс $p = \frac{h}{\lambda}$ строго визначена

величина, так як h, ν, c – конкретні величини! Згідно з принципом Гейзенберга, якщо частинка має певне значення імпульсу, то її локалізація у просторі характеризується повною невизначеністю. Звідси витікає, що ніякого просторового розділення електромагнітної хвилі на фотони немає і бути не може!

Разом з цим електромагнітна хвиля має завжди недовільний, а строго певний ряд значень енергії, до того ж мінімальна порція зміни енергії $\Delta E = h\nu$. Це означає, що при взаємодії електромагнітної хвилі з електронами речовини енергія хвилі змінюється не безперервно, а **дискретно**. Цю реальну фізичну ситуацію, як виявилось, доцільно **моделювати**: фотон з енергією $h\nu$ взаємодіє з електроном речовини. Саме в цьому і полягає фізичний зміст поняття «фотон». Вирази «поглинання» і «випромінювання» фотона означають, що енергія електромагнітної хвилі збільшується або зменшується на конкретну певну величину!

Так як немає ніякого просторового розподілення хвилі на фотони, то квант енергії – фотон не є частинка у звичайному розумінні, як наприклад, вільні електрон чи позитрон. Це означає, що **фотон – квазічастинка!** Фізичний зміст полягає в тому, що ця квазічастинка є не що інше, як збуджений стан електромагнітного поля. Фотон – квант цього поля, що і проявляється при взаємодіях.

Квазічастинка – фотон є «наочний» модельний образ і доцільний метод дослідження збуджених станів складних систем. Надто складна задача про взаємодію електронів речовини з полем електромагнітної хвилі зводиться у такій моделі до задачі про зіткнення частинок, при цьому використовуються закони збереження енергії та імпульсу. Реально електрони речовини взаємодіють не з якоюсь там частинкою – фотомом, а з електромагнітним полем усієї хвилі. Надто складна ця взаємодія заміняється у моделі фізичної ситуації відносно простою взаємодією квазічастинки – фотона з вільним електроном! При цьому треба мати на увазі, що це досить **складна простота!**

Ми відпрацювали і неодноразово успішно використовували педагогічну технологію вивчення певної взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною (ефект

Комптона). Як ефективний засіб навчання ми розробили педагогічну семіотичну систему (ПСС) і неодноразово переконалися в її доцільності.

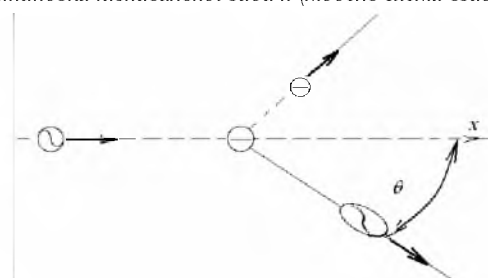
• **Синтактика – система умовних знаків:**

	електромагнітна хвиля
	частинка
	частинка-хвиля (фотон)
	електрон у стані спокою (m_0)
	імпульс-вектор
θ	Кут "розсіювання" фотона

• **Семантика – смислові умовні позначення:**

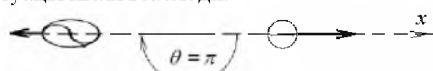
	Фотон до взаємодії, імпульс якого $p_{0\phi} = \frac{h}{\lambda_0}$ і енергія $E_{0\phi} = \frac{hc}{\lambda_0}$
	Фотон після взаємодії ($\lambda > \lambda_0$) $p_\phi = \frac{h}{\lambda}$ ($p < p_0$); $E_\phi = \frac{hc}{\lambda_0}$ ($E < E_0$)
	Електрон до взаємодії ($v_{0e} = 0$) $p_{0e} = 0$; $E_{0e} = m_0c^2$
	Електрон після взаємодії ($v_{0e} < c$) $p_e = mv$; $E_e = mc^2$; $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

• **Постановка пізнавальної задачі (модель схеми взаємодії):**



• **Спрощення ситуації:** частковий випадок ($\theta = \pi$)

Ситуація після взаємодії:



• **Теоретичне дослідження** зіткнення двох частинок на підґрунті законів збереження енергії та імпульсу системи "фотон-електрон".

$$\frac{hc}{\lambda_0} + m_0c^2 = \frac{hc}{\lambda} + mc^2 \Rightarrow \left(m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \right)$$

$$\frac{h}{\lambda_0} + m_0c = \frac{h}{\lambda} + mc \quad (1)$$

$$\frac{h}{\lambda_0} = -\frac{h}{\lambda} + mv \quad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow 2\frac{h}{\lambda_0} + m_0c = mc + mv \quad (3)$$

$$(1) - (2) \Rightarrow m_0c = 2\frac{h}{\lambda} + mc - mv \Rightarrow$$

$$-2\frac{h}{\lambda} + m_0c = +mc - mv \quad (4)$$

$$(3) \cdot (4) \Rightarrow -4\frac{h^2}{\lambda_0\lambda} + 2\frac{h}{\lambda_0}m_0c - 2\frac{h}{\lambda}m_0c + m_0^2c^2 = m^2c^2 - m^2v^2 \quad (5)$$

$$\text{Із } m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \Rightarrow m_0^2c^2 = m^2c^2 - m^2v^2 \quad (6)$$

$$(5) \text{ з урахуванням } (6) \Rightarrow 2h\left(-\frac{2h}{\lambda_0\lambda} + m_0c\left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda}\right)\right) = 0,$$

$$2h \neq 0, \quad m_0c\left(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda}\right) = \frac{2h}{\lambda_0\lambda} \Rightarrow m_0c\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda\lambda_0} = \frac{2h}{\lambda\lambda_0} \Rightarrow$$

$$\lambda - \lambda_0 = 2\frac{h}{m_0c} \Rightarrow \Delta\lambda = 2\frac{h}{m_0c}. \text{ Це і є комптонівська зміна до-}$$

вжини хвилі, яка може бути перевіреною експериментом.

• **Узагальнення результату** на всі випадки для різних θ . Множник 2 можна представити таким чином: $2 = 1 - \cos\theta$, дійсно для $\theta = 180^\circ$ $\cos\theta = -1$. Тоді комптонівська зміна довжина хвилі в залежності від θ має такий вигляд: $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$.

• **Аналіз результату і висновки:**

1. $\theta = 0$, $\Delta\lambda = 0$ У напрямку вісі Ox фотони не розсіюються, якщо немає зіткнення фотонів з електронами.

$$\bullet \quad \theta = \frac{\pi}{3}, \quad \Delta\lambda = \frac{h}{2m_0c};$$

$$\bullet \quad \theta = \frac{\pi}{2}, \quad \Delta\lambda = \frac{h}{m_0c};$$

$$\bullet \quad \theta = \pi, \quad \Delta\lambda = 2\frac{h}{m_0c} \text{ (max);}$$

Все це підтверджено експериментами!

$$2. \quad h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}; \quad m_0 = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$\Rightarrow \frac{h}{m_0c} = 2.42 \cdot 10^{-12} \text{ м}; \quad \Delta\lambda = 2,42 \cdot 10^{-12}(1 - \cos\theta) \Rightarrow \Delta\lambda \text{ не}$$

залежить від речовини, на електронах якої розсіюються фотони. У цьому відношенні електрони однакові.

3. Для того, щоб електрони речовини можна було вважати «вільними», необхідною є умова $h\nu \gg A$, де A – робота «виходу». Це означає, що фотони мають бути рентгенівськими. Надто велика енергія рентгенівських фотонів спричиняє релятивістські ефекти, і ми вимушені враховувати енергію спокою електрона та релятивістську зміну маси електрона після взаємодії.

4. ПСС є досить дієвими засобами навчання. Вони дають змогу доцільно представляти навчальну інформацію, відображати її смисл та позитивно в емоційному відношенні впливати на пізнавальну діяльність учнів. «В *настоящее время важно качественно изменить сам характер чувственных опор в обучении. Такими опорами должны стать модели... Модели и схематические чувственные опоры являются средством формирования вовсе не конкретных образов, а абстрактных понятий. С усилением роли теоретических знаний (особенно в старших классах) значение такой наглядности, естественно, не только не уменьшается, а возрастает*» [8, с.362].

5. Квазічастинка – фотон не має маси спокою і у стані спокою не існує. Фотон рухається зі швидкістю світла у вакуумі, а тому фотон – релятивістський об'єкт! Його енергія та імпульс мають «специфічну» позначку – h . Це означає, що фотон – це *квантовий об'єкт!* Отже фотон це фотон – це *квантово-релятивістський об'єкт*, який не має класичного аналога.

6. Частинка – електрон в залежності від фізичних умов може розглядатися як у класичному наближенні, так і у квантово-релятивістському. Отже електрон – це *реальна*, «чесна і порядна» частинка!

7. Розглянуті елементи знань мають увійти до *системи знань сучасної фізики*, на основі якої має формуватися *цілісна картина світу*.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук Петро, Кух Аркадій, Мендерецький Вадим. Дидактика фізики в умовах Болонського процесу // Фізика та астрономія в школі. – №1. – 2006. – С.2-15.
2. Проказа А.Т., Беляев Б.В. Пезный Е.М. О содержании учебного материала по физике на основе оптимистического прогнозирования // 36. научных работ. – Кам'янець-Подільський, 2003. – С.40-41.

3. Проказа А.Т. Научно-теоретические основы разработки учебника по дидактике физике // Зб. наукових праць. – Кам'янець-Подільський, 2003. – С.63-64.
4. Проказа О. Великі наукові події // Фізика. – №26(254). – Вересень. – 2005. – С.3-6.
5. Проказа О.Т. Теорія змісту навчального матеріалу як наукова проблема // Освіта Донбасу. – №3-4 (104-105). – 2004. – С.5-9.
6. Эйнтштейн А. Творческая автобиография // Успехи физических наук. – №59. – Вып. 1. – 1956.
7. Луи де Бройль. Революция в физике (новая физика и кванты). – М., 1965.
8. Давидов В.В. Виды обобщения в обучении. – М., 1972.

Renovation of the content of material is grounded on the basis of more effective use of methodological and scientific potential of physics. Logical structure of the content of educational material on the topic "Kompton's effect" is proposed. Pedagogical semiotics system as means of educational process is worked out.

Key words: methodological potential, scientific potential, logical structure of educational material, pedagogical semiotics system, syntactic, semantics, pragmatics, system of knowledge, integral picture of the world.

Отримано: 30.08.2006.

УДК 371

М.Ю. Растьогін

Херсонський фізико-технічний ліцей при Херсонському національному технічному університеті та Дніпропетровському національному університеті

ВИКОРИСТАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ФІЛОСОФСЬКИХ ПРИНЦИПІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ ЯК ОСНОВА ДЛЯ СПРОЩЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ПРИ РОЗВ'ЯЗУВАННІ ЗАДАЧ

Стаття присвячена можливим шляхам конкретизації загальних філософських принципів при вивченні фізики в основній школі. Аналізується ступінь використання математики при розв'язуванні задач за допомогою загальних принципів симетрії, відносності тощо.

Ключові слова: фізична картина світу, світогляд, філософські принципи.

В основних документах про освіту в Україні перед сучасною школою поставлено багато завдань, спрямованих на покращення умов для морального, інтелектуального, фізичного, художньо-естетичного розвитку учнів тощо. Серед основних державних пріоритетів можна виділити наступні: формування у дітей та молоді сучасного світогляду, розвиток творчих здібностей і навичок самостійного наукового пізнання [6]; становлення в учнів загальнонаукової, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей, оволодіння засобами пізнавальної і практичної діяльності [5]; спрямованість навчання фізики на усвідомлення сучасної фізичної картини світу, опанування методами наукового пізнання [4].

Таким чином, проблема формування наукового світогляду в учнів під час навчання фізики є актуальною.

Як відомо, процес формування світогляду здійснюється в три етапи: ознайомлення, конкретизації, узагальнення. В навчальній та методичній літературі етапу конкретизації відводиться мало уваги у порівнянні з іншими етапами. Адже світогляд може бути сформований тільки тоді, коли в учня є знання про світ, погляди на можливість їх застосування у житті та переконання у дієвості світоглядних знань. В основі погляду лежить оцінне ставлення до чогось. У випадку світогляду – до світоглядних знань, в основі яких лежать філософські принципи та ідеї. Знання ж набувають сили переконань за умови багаторазового їх використання і прийняття як керівництва до дій. У зв'язку з цим, особливого значення для вчителя набувають:

- підсилення ролі фізичних знань фундаментального характеру в шкільному та вузівському курсах фізики;
- вправи з використання філософських знань під час вивчення фізики;
- спрямованість курсів на розвиток вищого ступеня фізичного розуміння – спроможності здійснювати теоретичні проорокування характеру протікання явищ та процесів.

Зважаючи на викладене, нами були поставлені наступні завдання:

- визначити роль математичного апарату при викладанні фізики на узагальнюючому рівні, що відповідає фізичній картині світу;
- визначити можливі шляхи конкретизації філософських принципів у навчанні фізики в основній школі.

В ході аналізу літератури [1, 2, 3] нами встановлено, що підсилення ролі теоретичних знань фізики в шкільному курсі сприяє переходу від конкретних знань до більш високих рівнів узагальнення, одним з яких є фізична картина світу. Володіння саме якісними методами характеризує

найвищий рівень розуміння, при якому вдається знаходити відповіді на питання стосовно тих явищ чи процесів, для опису яких математичні закони, що їх описують, невідомі.

На нашу думку, необхідно націлювати учнів на те, що жодна задача з фізики відносно реальних явищ природи не може вирішуватися точно, завжди доводиться нехтувати впливом певних несуттєвих взаємодій, будувати фізичну модель. При цьому необхідно вміти оцінювати величини, що відкидаються, та якісно досліджувати явище, що дозволить людині навіть з дуже низькою математичною підготовкою (класи гуманітарного профілю або учні 7 класу) вирішувати досить складні фізичні задачі.

Але складність математичного апарату пов'язана не тільки із змістом того чи іншого фізичного явища, але й з рівнем, на якому проводиться його дослідження.

Як правило, на рівні *фізичної картини світу* (ФКС) розробка фізичної моделі конкретного явища відсутня, що впливає на вибір математичного апарату. Рівні узагальнення, що відповідають *фізичним явищам*, законам як правило характеризуються застосуванням більш складного математичного апарату, ніж наступні рівні. У деяких випадках звернення до рівня ФКС дозволяє або істотно спростити математичний апарат, або взагалі обійтись без конкретних математичних виразів. Однак, обмеженість рівнем ФКС різко знижує можливий ступінь деталізації опису, дозволяючи знаходити відповіді тільки на найбільш загальні (фундаментальні) питання.

Як вважають науковці [2], сучасна технологія навчання фізики повинна ґрунтуватись на послідовному аналізі фізичного явища на всіх рівнях узагальненості, починаючи з фізичної картини світу і закінчуючи фізичним явищем. Вивчення конкретних властивостей на основі "загальних міркувань" відповідає свідомому або несвідомому зверненню до загальних методологічних принципів фізики. Подальша деталізація опису потребує застосування все більш складного математичного апарату.

Таким чином, вивчення будь-якого фізичного питання припускає розробку фізичної та математичної моделі явища, що розглядається, та встановлення певного співвідношення між ними. Чим вище рівень узагальненості матеріалу, що розглядається, тим нижчий рівень використання математичного апарату при цьому.

Особливого значення набувають ці висновки для учнів основної школи, які ще в достатній мірі не володіють математичним апаратом для більш точного розв'язку фізичних задач. На думку багатьох учених, саме в 7-8 класі з самого початку вивчення фізики як науки необхідно закладати в учнів основи фізичної картини світу, невід'ємною