

- Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 1997. – 136 с.
2. *Атаманчук П.С.* Інноваційні технології управління навчанням фізики. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 1999. – 174 с.
  3. *Атаманчук П.С., Семерія О.М.* Методичні основи управління навчанням фізики: Монографія. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2005. – 196 с.
  4. *Атаманчук П.С., Кух А.М.* Тематичні завдання еталонних рівнів з фізики (7-11 класи): Навчально-методичний посібник. – Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2004. – 131 с.
  5. *Атаманчук П.С., Крицьков А.А., Мендерецький В.В.* Збірник задач з фізики / Під ред. П.С.Атаманчука. – К.: Школяр, 1996. – 304 с.
  6. *Ніколасв О.М.* Методичне забезпечення оперативного та тематичного контролю в умовах особистісно орієнтованого навчання фізики: Автореферат дис. канд. пед. наук. – К., 2004. – 20 с.
  7. *Обобщение опыта по теме: Личностно-ориентированный подход в обучении физики.* – <http://festival.1september.ru>
  8. *Тальзина Н.Ф.* Управление процессом усвоения знаний. – М.: МГУ, 1975. – С.23.
  9. *Якиманская И.С.* Разработки технологии личностно ориентированного обучения // Вопросы психологии. – 1995. – №2.

Standard approach in teaching of physics allows purposefully, with support on personality meaningfulness of knowledge's to orient educational-cognitive activity of students on the forecast results of teaching.

**Key words:** personality-meaningful maintenance of knowledge's, purposeful activity, even mastering of knowledge's, task of standard character, receptions of mastering of knowledge's, control.

Отримано: 12.02.2006.

УДК 371

Н.І. Поліхун

СЗШ № 70, м. Київ

## ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Серед різноманітних підходів до проблеми активізації учнів у процесі навчання фізики, реалізації їх обдарувань, нами запропонований системний підхід до формування творчої діяльності старшокласників з використанням проектно-технології.

**Ключові слова:** проект, діяльність, навчання, фізика.

Значення фізики в шкільній освіті визначається поряд з усім роллю фізичної науки у житті сучасного суспільства. Як стверджують філософи, методологію сучасної цивілізації визначають дві генеральні тенденції: майбутнєтворення та конструктивізація, що проявляється у зближенні теоретичних і практичних аспектів діяльності, впровадженні теоретичних розробок у базові галузі промисловості типу атомної і електронної індустрії. Здійснення актів переходу від теорії до практики, від минулого до майбутнього, від поточного до актуального, від природного до штучного потребують діяльності особливого типу. Такою діяльністю є проектування та його головний концептуальний результат – проект, який поряд з теорією стає найважливішою формою організації наукового пізнання та його зв'язку з практикою. «Якщо наукова теорія є універсальною формою теоретичного освоєння світу, то проект є універсальною формою його конструювання» [3, с.9]. Отже проблема оволодіння учнями теоретичними та практичними основами проектування є актуальною для сучасного етапу розвитку суспільства та пов'язана з формуванням конкурентноспроможної особистості.

Історичний аналіз дає можливість стверджувати, що елементи проектування віками були присутні в педагогічній практиці. Педагогічна ж технологія – «метод проектів», розроблена В.Кіппатріком на початку ХХ ст. в США на ідеях прагматизму Д.Дьюї («будь яку активність людини вимірюють насамперед її доцільністю», «навчання в дії» через «цільовий акт» тощо). Сучасні вчені, які продовжують розробку теорії навчальної діяльності, стверджують, що проектна діяльність учня визначає третій етап її розвитку [2]. Сьогоднішнє розуміння сутності проектно-технології в адаптації навчального процесу до структурних та організаційних вимог навчального проектування через розробку і застосування цілісної системи відповідних дидактичних засобів (змісту, методів, прийомів, форм тощо) та встановлення міцного зв'язку між теорією і практикою в процесі навчання. Як відомо, вона передбачає системне та послідовне моделювання тренувального вирішення проблемних ситуацій, які потребують: активізації пошукових зусиль учасників навчального процесу; дослідження і розробки оптимальних шляхів вирішення навчальної проблеми; структурування діяльності відповідно до класичних етапів проектування; публічного захисту власних ідей та презентації продукту навчальної діяльності, оцінювання [8; 9].

На основі сучасних психолого-педагогічних підходів та практичного досвіду нами розроблена модель формування

проектної діяльності учнів старшої школи в процесі навчання фізики та уточнені основні поняття виконаного дослідження, а саме: **проектна діяльність учня (ПДУ)** – форма навчально-пізнавальної активності, що полягає у мотиваційному досягненні свідомо поставленої мети по створенню творчих проектів, має комплексний характер, забезпечує активний процес дії учня з навчальним матеріалом і є засобом розвитку особистості, як суб'єкту навчання; **навчальний проект** – комплекс пошукових, дослідницьких, організаційних та інших видів робіт, що самостійно виконані учнем (в парах, групі чи індивідуально) з метою практичного або теоретичного вирішення значимої проблеми.

Для активізації навчально-пізнавальної діяльності старшокласників в процесі вивчення фізики та набуття ними навичок ПДУ ми запропонували рівневі базові форми навчальної діяльності: **пропроектна** (I-рівень), **квазіпроектна** (II-рівень) та **проектно-навчальна** (III-рівень). Розглянемо особливості та умови організації кожної з них.

**Пропроектна** («pro»... лат. що означає «для», «в інтересах») навчальна діяльність, – це здебільшого відтворення традиційної процедури передачі і засвоєння інформації на репродуктивному рівні. Але вже тут проблематизуються і окреслюються елементи проектно-діяльності: моделюються дії, обговорюються теоретичні питання і проблеми, в основі яких виявляються протиріччя. Змінюються також традиційні установки, вчитель ставить учня в позицію суб'єкту навчання, створюючи умови його творчої реалізації, з цієї позиції навчальна діяльність на уроці організовується як процес розв'язання проблем навчально-пізнавального характеру. Важливим стає самостійний пошук учня, пов'язаний з умінням самостійно мислити, знаходити і розв'язувати навчальні проблеми, застосовувати знання на практиці, тобто володіти методологією навчання.

Як відомо, навички будь якої діяльності ефективно формуються в процесі її здійснення. Отже, наступний рівень освоєння ПДУ старшокласниками – залучення їх до квазіпроектної діяльності. Сутністю **квазіпроектної** діяльності («quasi...» лат., що означає: «іміти», «майже», «немовби») є створення умов для формування проектно-діяльності через освоєння її фрагментів шляхом виконання дослідницьких теоретичних і експериментальних міні-проектів, розв'язування творчих та будь-яких інших навчальних або пізнавальних завдань з фізики, які вимагають діяти за процедурою проектування, формуючи відповідні навички. Квазіпроектна діяльність виступає в якості перехідної від пропроектної форми до проектно-навчальної. Нами визна-

чено, що урок, де реалізується квазіпроектна діяльність націлений на формування ПДУ через освоєння її фрагментів, а також на закріплення засвоєних теоретичних і практичних знань з фізики. На такому уроці немає навчальної діяльності у повному обсязі, але є елементи проектно-навчальної діяльності в будь-якій композиції, що складають його частину. В цьому аспекті виділимо перед усім практичні уроки з фізики – фізичний практикум, лабораторні роботи, а також уроки розв'язування творчих завдань, ділові ігри з розв'язання певної фізичної проблеми, комбіновані уроки з включенням фрагментів самостійної діяльності учнів. Це також виконання творчих домашніх завдань на проектній основі та ін.. Зазначимо, що під час квазіпроектної діяльності, як правило, учні розв'язують творчі завдання з фізики пізнавального, дослідницького характеру.

Творча навчальна діяльність старшокласників на основі проекту **проектно-навчальна**, полягає в залученні учнів у цілісний завершений процес ПДУ, алгоритм її функціонування є сукупністю етапів продуктивної діяльності з розв'язання пізнавальної або наукової проблеми в результаті самостійних дій учнів з обов'язковою презентацією цих результатів. Запропонована в дослідженні проектно-навчальна діяльність старшокласників реалізується через проектування, виконання проекту і його представлення [6].

Запропоновані нами базові форми освоєння ПДУ відрізняє більша питома вага інтерактивних режимів: семінарів, практикумів, консультацій, спілкування з фахівцями, вихід за межі школи. Але в рамках програми з фізики, проектно-навчальна діяльність III-го рівня, обмежена для широкого застосування (2-3 повномасштабних проекти за навчальний рік), тому, ми вважаємо, що це здебільшого позаурочна чи позакласна діяльність, яка реалізується на факультативних заняттях, в науковому товаристві учнів, в рамках Малої Академії Наук, у телекомунікаційних проєктах. Як показав наш досвід, залучення учнів до наукової творчості, як правило, розпочинається на проектних семінарах з фізики, продовжується на факультативних заняттях, у гуртках МАН і триває рік або два – три роки, збільшуючи глибину занурення в обрану наукову проблему [4, 5].

Управління навчальною діяльністю учнів в рамках означених базових форм здійснюється на основі системного підходу до перетворювальної діяльності над об'єктом навчання запропонованих П.С.Атаманчуком. Автор виділяє навчальні, пізнавальні та наукові завдання в якості “клітинок пізнання”, що орієнтовані відповідно на актуальну, близьку та віддалену мету [1].

Отже, саме **наукові завдання** (НкЗ) з фізики, які зорієнтовані на віддалену мету ми обрали для організації та управління проектно-навчальною діяльністю старшокласників. Осмислення учнем серйозних наукових проблем фізики, їх дослідження на певному доступному для даного віку і підготовленості рівні, є цікавим і необхідним для старшокласника. Саме така продуктивна діяльність за власним проектом активізує пізнавальні інтереси, інтелектуально збагачує, сприяє формуванню наукового світогляду, виробленню власних пізнавальних стратегій у процесі вивчення фізики. Нами розроблений і впроваджений проект програми розвитку наукової творчості “Відкрий серце розуму”, на основі організації проектно-навчальної діяльності старшокласників [5].

Управління квазіпроектною і пропроектною діяльністю учнів ми здійснювали через пізнавальні та навчальні завдання. **Пізнавальне завдання** (ПЗ) керує взаємодією учня з об'єктом пізнання, сприяє збагаченню новим знанням. ПЗ забезпечує логічний ряд навчально-пізнавального акту, а саме: визначення мети → упередження кінцевого результату діяльності → активна перетворювальна діяльність → управління (функція вчителя) → самоуправління [1]. Пізнавальне завдання спрямоване на зону ближнього порядку розвитку (ЗБПР) і виконується за певної підтримки вчителя або запропонованих нами методологічних підказок “Як навчитися вчитися фізики?” тощо.

**Навчальне завдання** (НвЗ) з фізики фактично “обслуговує” пізнавальне і наукове, своєю метою зорієнтоване на зону актуального порядку розвитку учня (ЗАПР). І хоча

це завдання репродуктивного характеру, (наприклад запитання на закріплення нового матеріалу або розв'язування задач з певної теми, вирази на визначення, рефлексію, на засвоєння алгоритмів певних навчальних дій тощо), їх виконання сприяє опануванню способами набуття знань. Тобто, їх функція первісна, але дуже важлива, методологічна – опанування способами виявлення, застосування, перетворення інформації у знання з фізики [1].

Таким чином, ми можемо окреслити шляхи формування ПДУ в процесі вивчення фізики: активізація навчальної діяльності в умовах творчого уроку, набуття навичок проектно-навчальної діяльності при виконанні навчальних завдань на освоєння ПДУ, пізнавальних завдань на проектній основі, а також наукових завдань по створенню науково-дослідницького або науково-пізнавального проекту, в процесі відповідної організації творчої діяльності на трьох визначених нами її базових рівнях (рис. 1).



Рис.1. Модель формування ПДУ

Як **засоби підтримки** творчої проектно-навчальної діяльності запропоновані авторські розробки: система творчих завдань з фізики в рамках програми базового рівня [7]; методичні розробки “Як навчитися вчитися фізики?”, де запропоновані допоміжні конструкції по процедурах виконання творчих завдань з фізики і різних видів навчальної діяльності, а також програми мотиваційного і навчальних тренінгів з ПДУ “Як обрати тему проекту, визначити мету і задачі дослідження?”, “Як здійснювати інформаційний пошук?”, “Як представити проект на захисті?” тощо.

Ще раз наголосивши на відмінних рисах ПДУ: зацікавленість учнів, їх самодіяльність, практичне виконання та отримання продукту навчальної діяльності та ін., ми запропонували тематику проєктів формулювати вчителю на основі базової програми з фізики з урахуванням навчальної ситуації, інтересів і здібностей учнів, а також надавати можливість визначатися учням, спираючись на власні пізнавальні, творчі, прикладні інтереси. Тематика проекту може торкатися певної теоретичної або практичної проблеми шкільної програми з метою поглиблення знань, набуття необхідних навичок, диференціації процесу навчання тощо. Зазначимо, що тем для організації ПДУ з фізики невичерпна кількість. На нашу думку, вибір теми – це жива творчість, яку не можна регламентувати, наша задача запропонувати вчителю ідеї, напрямки, приклади.

На основі програми з фізики 12-річної школи [7], нами розроблений орієнтовний перелік завдань для організації творчої пропроектної, квазіпроектної, навчально-проектної діяльності старшокласників з фізики їх формулювання відповідає державним вимогам загальноосвітньої підготовки учнів з фізики і є орієнтовними для творчого пошуку вчителя. Представимо деякі з них (таблиця 1).

Зазначимо, що завдання можуть носити одночасно навчальний, пізнавальний, а деякі з них науковий характер залежно від задач, які ставить учитель, готовності учнів до їх виконання, мети, яку обирає учень та продукту який планується отримати в результаті. Зауважимо також, що перед тим, як приступити до постановки проектного завдання, вчитель повинен чітко визначити його мету, відповіді на запитання: навіщо це потрібно? Які професійні проблеми я зможу розв'язати за допомогою ПДУ? Яких знань, умінь і навичок набудуть мої учні? Чи не можна досягти того ж результату простішим шляхом? Оскільки успіх у використанні не простої проектно-технології залежить від чіткої організації ПДУ і суттєвої підготовленості до неї кожного із суб'єктів навчання.

## Розробка завдань з фізики для організації творчої діяльності старшокласників

Вид проектної діяльності	Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів (відповідно до програми з фізики, 12-річна школа)	Орієнтовні завдання для організації творчої навчальної діяльності
Навчально-проектна	<ul style="list-style-type: none"> <li>- досліджувати екологічні проблеми регіону, пов'язані з виробництвом, передачею і споживанням електричної енергії;</li> <li>- досліджувати екологічні проблеми, пов'язані з виробництвом, передачею та застосуванням електричної енергії в регіоні;</li> <li>- обґрунтовувати вплив електричного поля на живі організми; обґрунтовувати вплив магнітного поля на живі організми;</li> <li>- характеризувати суть оптичних явищ: поширення світла в різних середовищах, розсіювання і поглинання світла, інтерференцію і дифракцію світлових хвиль, поляризацію і дисперсію світла; – пояснює квантово-хвильову природу світла;</li> <li>- користуватися побутовим дозиметром, – дотримуватися правил роботи з ним; – представляти, результати вимірювання радіоактивного фону у вигляді радіологічної карти місцевості.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Дослідницьке ПЗ або НкЗ: визначити проблеми і створити <b>проект</b> їх розв'язання з теми “Екологічні проблеми сучасної енергетики”; “Ефективне споживання ресурсів та енергії”; “Енергетика України – сучасне і майбутнє”.</li> <li>3. Дослідницьке ПЗ або НкЗ: визначити проблеми і розробити <b>проект</b> їх розв'язання з теми “Електричне (магнітне) поле в житті живих організмів”. Пошукове ПЗ: виконати інформаційний пошук та розробити <b>проект</b> інформування про небезпечний вплив полів на організм людини.</li> <li>5. Дослідницьке ПЗ або НкЗ розробити і виконати інформаційно-пошуковий або експериментальний <b>проект</b> “Оптичні явища в атмосфері”; “Світ очима різних живих істот”; “Фізика зору”, тощо.</li> <li>7. Дослідницьке, практико-орієнтоване НкЗ: розробити і виконати дослідницький прикладний проект “Радіологічна карта місцевості проживання”, “Визначення середньої дози опромінення учня 11 класу СЗШ м. Києва”</li> </ol>
Квазіпроектна	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вмє узагальнювати знання про простір і час учень розуміє взаємозв'язок між класичною і релятивістською механікою, усвідомлює межі застосування законів;</li> <li>- оцінює історичний характер становлення знань про природу світла;</li> <li>- робити висновок про корпускулярно-хвильову природу світла;</li> <li>- робити висновок про історичний характер та суспільну обумовленість розвитку фізичної науки.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Пошукове ПЗ: “Створити гроно (кластер) властивостей понять: простір і час”.</li> <li>5. Пошукове ПЗ: на основі матриці історичного аналізу оцінити історичний характер становлення знань про природу світла; НвЗ: виконати порівняльну таблицю хвильових та корпускулярних властивостей світла.</li> <li>7. Пошукове та дослідницьке ПЗ: створити науково-історичну хронограму на двох основах (історичного та суспільного розвитку); розробити матрицю системного аналізу “Фізика, як наука”.</li> </ol>
Пропроєктна	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизувати знання про електричні поля та закони постійного струму;</li> <li>- називає основні етапи історії розвитку оптики як науки і прізвища її творців; – називає основні етапи розвитку фізики атома і ядра атома та прізвища їх творців;</li> <li>- розрізняє електричне і магнітне поля та джерела їх утворення, ЕРС індукції і ЕРС джерела струму;</li> <li>- систематизує знання про електричне і магнітні поля та їх взаємозв'язок;</li> <li>- наводить приклади проявів і застосувань коливальних і хвильових явищ у природі і техніці, застосування електромагнітних хвиль;</li> <li>- систематизувати знання про електромагнетизм як фізичну теорію;</li> <li>- здатний спостерігати і користуватися фотографіями треків елементарних частинок і визначати їх масу, енергію та електричний заряд.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. НвЗ: навчитись системному представленню знань у вигляді таблиці, кластеру, опорного конспекту.</li> <li>3. НвЗ: навчитись створювати науково-історичну хронограму.</li> <li>4. НвЗ: навчитись готувати історичну біографічну довідку (вправа “Промова”).</li> <li>5. НвЗ: навчитись виконувати порівняльний аналіз фізичних понять за змістом і об'ємом у вигляді таблиці або кластеру.</li> <li>6. НвЗ: навчитись проводити проблемний аналіз за допомогою матриці.</li> <li>7. НвЗ: навчитись виконувати вправу “демаскування невидимих явищ природи”.</li> <li>8. НвЗ: навчитись виконувати представлення фізичної теорії, явища, величини за допомогою узагальненого плану.</li> <li>9. НвЗ: навчитись аналізувати експериментальні результати на основі конструкції “Звіт дослідника”.</li> </ol>

На нашу думку, переважною є урочна форма освоєння ПДУ та групова її організація, оскільки це дає можливість усунути перевантаження, а також залучити всіх учнів до активної творчості. В рамках групової проектної діяльності ми пропонуємо реалізацію двох моделей.

I. Модель “**проекування**” реалізується за умови, коли ставиться навчальне або пізнавальне проектне завдання (НвЗ, ПЗ) по оволодінню навичками ПДУ. З групи учнів (класу) утворюються невеличкі групи за інтересами, які отримують частину завдання (міні-проект), “навчальний пакет”, тощо. Мета – створити власний продукт (спільний проект). Інший варіант, коли кожна група працює незалежно над власним навчальним проектом і потім його представляє іншим.

II. Модель “**проектна діяльність**” реалізується за умови пізнавального або наукового завдання (ПЗ, НкЗ), виконується навчальний проект, продуктом стає справа, метою – набуття навичок ПДУ. У групі обирається (призначається) керівник (координатор), розподіляються обов'язки між членами групи. Виконуючи навчальний проект учні, як правило, звертаються до різних інформаційних джерел, спілкуються з фахівцями, освоюють моделі пошукової, дослідницької і проектної діяльності.

Отже, сучасні теоретико-методологічні підходи, проведений нами аналіз можливостей проектного навчання щодо завдань, поставлених програмою з фізики та власний досвід практичної діяльності дають можливість стверджувати, що за умови системного формування, проектна діяльність учнів в процесі навчання фізики може стати компонентом системи фізичної освіти, сприяти активізації учнів,

реалізації їх обдарувань, формуванню конкурентноспроможної особистості.

## Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Мендерецький В.В. Управління продуктивною навчально-пізнавальною діяльністю на основі об'єктивного контролю // Педагогіка і психологія. – 2005. – №1. – С.5-17.
2. Громыко Ю.В. Метод В.В.Давыдова. – М.: Пушкинский ин-т: (Моск. учеб.), 2003. – 416 с.
3. Кримський С.Б. Проект і проектування в сучасній цивілізації // Метод проектів: традиції, перспективи, життєві результати: Практико-зорієнтований збірник. – К.: Видав. “Департамент”, 2003. – С.6-15.
4. Поліхун Н.І., Касперський А.В. Метод проектів в науковій творчості обдарованої молоді // Актуальні питання з профільного навчання обдарованої молоді: Матеріали Всеукраїнської наук.-метод. конф. «Рішельєвські читання». – Одеса: Астропринт, 2004. – С.176-184.
5. Поліхун Н.І. Метод проектів у програмі сприяння науковій творчості учнів “Відкрий серце розуму” // Метод проектів: традиції, перспективи, життєві результати: Практико-зорієнтований збірник. – К.: Департамент, 2003. – С.151-155.
6. Поліхун Н.І. Розвиток творчої діяльності старшокласників у процесі навчання фізики на основі проектної технології // Молодь і ринок. – 2005. – №5(15). – С.113-116.
7. Програма з фізики та астрономії 7-12 класи. – К.: Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2006. – 80 с.
8. Сазоненко Г. Проективна педагогіка з досвіду проектування навчальних технологій // Рідна школа. – 1999. – №4. – С.42-45.

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*

*\* Комунальний 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»... Масмо 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  $h, \nu, c$  – 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 – фотоном, 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