It is important to develop the flexibility and width of thinking, imagination and figurativeness, to induce independent activities and to bring up the valued attitude to the knowledge in this system. The primary step in the creative activity is motivation. The unusual solutions may facilitate the student to imagine or create ideas. In this step important is the recognition of the student: the basis for creativity should be learning and life experiences.

Productive thinking is the main point for creation new techniques of the cognition. First of all it must be formed of the reproductive and transforming skills. The using of the logical techniques such as analysis, synthesis, analogy, and compilation contribute to this process.

At the jurisprudence lessons the search of non-standard creative decisions of the problem situations and tasks that reflect the level of development of the society promotes creative development. It is important to assess the causes of the problem and possible consequences of the decision of the problem. The realization of the intersubject connections and using individual and collective methods (microphone, press, project, discussion, vitagenic technology) promote multilateral analyses of the problem and optimal and sequential decision.

Creative development at the lessons forms interest to the research. The extracurricular activities (participation in research competitions, Minor Academy of Sciences of Ukraine) draw cognitive research action closer to the research work.

The formation of the subjective knowledge, new skills, original ways of the decision of the problem, value education, forming respect for people' rights and freedoms are the result of realized model of the students' creative development. Designing of the methodology and system tasks and problem situations of the students' creative development need further study.

Key words: *developmental education, development of students' creative potential, teaching jurisprudence, model of students' creative potential development, creative tasks and problem situations, methods of students' creativity development, intersubject connections.*

УДК 53 (07)

Олена Завражна
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка
ORCID ID 0000-0002-7716-7138
Лариса Однодворець
Сумський державний університет
ORCID ID 0000-0002-8112-1933
Ольга Пасько
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка
ORCID ID 0000-0001-9626-6636
Алла Салтикова
Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка
ORCID ID 0000-0001-8010-267X
DOI 10.24139/2312-5993/2017.03/186-198

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ДЕЯКИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

У статті наведено рекомендації щодо відображення сучасних досягнень фізики як науки у шкільному курсі. Установлено існування протиріччя між сучасними науковими уявленнями в галузі фізики та змістом навчальних програм з відповідної

навчальної дисципліни. Аргументована необхідність вивчення основ сучасної фізики в загальноосвітніх навчальних закладах у формі елективних курсів. Запропоновано елективний курс «Основи сучасної фізики» для учнів старшої школи. Показано, що ефективне впровадження основ сучасної фізичної науки в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів потребує створення програм курсів підвищення кваліфікації вчителів та розробки відповідного методичного забезпечення з досліджуваної тематики.

Ключові слова: *фізика, методика навчання фізики, елективний курс, загальноосвітні навчальні заклади, старша школа, навчальні програми з фізики, нанонаука, нанотехнології.*

Постановка проблеми. На сьогодні фізика є однією з тих наук, для яких характерний найдинамічніший розвиток. Лише за останні кілька десятиліть у фізиці було здійснено велику кількість відкриттів найвищого рівня. Це пов'язано, з одного боку, з появою нових теоретичних уявлень та методів, а з іншого, – зі швидким розвитком експериментальних методик, які використовують нові наукові прилади, методи й технології.

Одним із завдань освіти сьогодні має бути її орієнтація на реалізацію в навчальному процесі тих досягнень науки, які є актуальними для суспільства на даному етапі його розвитку.

Однак, мусимо констатувати, що фактично існує невідповідність державних освітніх стандартів та розроблених на їх основі навчальних програм із фізики сучасним науковим уявленням. На превеликий жаль, учні уявляють фізику як набір догм: вони не вбачають і не розуміють взаємозв'язку між фізикою та науково-технічним прогресом, фізикою й повсякденним життям сучасної людини. Школярі не можуть пояснити, як працює їхній смартфон, не розуміють основи сучасного зв'язку і принципи дії комп'ютерних дисплеїв. Для них позбавлене фізичного змісту популярне нині поняття «нанотехнології». Мова навіть не йде про такі глобальні світоглядні питання: «Як виник всесвіт?», «Що таке темна матерія?» тощо. Для випускника загальноосвітньої школи сьогодні ці та багато інших запитань залишаються без відповіді. Крім цього, як показує практика, учні не уявляють, що відбувається на іншому кінці «шкали» розмірів тіл – у мікросвіті, у масштабі елементарних частинок.

Основною причиною такого становища є відсутність у шкільній програмі з фізики питань, які розкривали б зміст відкриттів навіть останніх десятиліть XX століття, а фізика XXI століття не розглядається взагалі. Уявлення про сучасну фізику, яка є фундаментальною наукою про природу та забезпечує методами й засобами для дослідження біологію, хімію, медицину, діти отримують переважно зі сторонніх інформаційних джерел, а не з уроків фізики.

Реформування освіти, яке триває весь час існування незалежної України, у цьому питанні нічого не змінило. Нині в навчальних програмах з

фізики [5] питання сучасної фізики представлені лише в межах узагальнюючих занять в 11 класі. З цією метою на профільному рівні виділено 4 години, на академічному 2 та взагалі не передбачено на рівні стандарту. У програмних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки учнів теж відсутні конкретно сформульовані результати навчання щодо окремих питань. У програмі формально вказано: «в учнів формуються сучасні уявлення про будову речовини, сучасну фізичну картину світу»; «вони усвідомлюють роль фізичного знання в суспільному розвитку, поглиблюють свої знання про досягнення української науки у створенні нової техніки й наукомістких технологій».

Отже, сьогодні є нагальна потреба в розробці та впровадженні в навчальний процес, починаючи із загальноосвітніх навчальних закладів, адаптованих навчальних курсів, які міститимуть окремі питання сучасної фізики та нанотехнологій. Відповідно, у процес підготовки майбутнього вчителя фізики доцільно включити питання, пов'язані з сучасним станом розвитку фізичної науки. Водночас, із метою вдосконалення методичної підготовки працюючих педагогів набуває актуальності створення відповідних програм для курсів підвищення кваліфікації вчителів.

Аналіз актуальних досліджень. У теорії та методиці навчання фізики практично відсутні дослідження, які висвітлюють методичні аспекти формування у школярів знань про сучасний стан розвитку фізичної науки на заняттях із фізики. У поодиноких публікаціях вітчизняних (М. І. Садового, Б. А. Суся, Н. Б. Делоне) та зарубіжних (M. Pietrocola, M. G. Bardeen, K. E. Johansson, О. Є. Кадєєвої, В. В. Кудрявцева, Л. Б. Піотровського) авторів розглядаються окремі аспекти вказаної проблеми. У роботі М. В. Каленика [3] вказується на доцільність використання елективних курсів для вивчення питань сучасної фізики в середній школі. Аналіз науково-методичної літератури та педагогічного досвіду свідчить, що питання розробки й упровадження відповідних елективних курсів у контексті реформування загальної середньої освіти залишаються недостатньо обґрунтованими: не розкрита методика використання елективних курсів під час вивчення питань сучасної фізики в загальноосвітній школі; не розроблені відповідні програми цих курсів, а також відсутнє методичне та матеріально-технічне забезпечення їх викладання.

Мета статті полягає у представленні елективного курсу, спрямованого на розв'язання протиріччя між сучасними науковими уявленнями в галузі фізики та змістом навчальних програм із відповідної навчальної дисципліни.

Методи дослідження. Дослідження спирається на загальнонаукові *теоретичні* та *емпіричні* методи: *аналіз* – з метою дослідження стану вивчення питань сучасної фізики в загальноосвітніх навчальних закладах, виявлення забезпеченості навчального процесу необхідними засобами навчання; *синтез* – для конструювання змісту елективного курсу;

спостереження навчально-виховного процесу з фізики на предмет виявлення можливостей розвитку інтелектуальних умінь учнів.

Виклад основного матеріалу. Однією з основних вимог до розробки будь-якого навчального курсу є структурування його змісту. Тому, необхідно передусім виокремити базові одиниці навчального змісту та встановити їх змістове наповнення. Виокремлені одиниці навчального змісту будуть визначати предметні компетенції учня з питань сучасної фізики як наперед задані норми в його освітній підготовці.

Серед основних завдань курсу можна виділити такі:

– розширення уявлення школярів про фізичну картину світу;

– ознайомлення учнів із основними досягненнями фізики XX та початку XXI століття;

– формування поняття «нанооб'єкт», «наноматеріал», знайомство з унікальними властивостями наноматеріалів;

– ознайомлення учнів із основними інструментами дослідження, методами створення та практичного застосування нанооб'єктів і наноматеріалів;

– формування уявлення про практичне значення розвитку фізичної науки для електроніки, космічної техніки, комп'ютерної техніки, військової справи тощо;

– створення мотивації до реалізації власних зусиль у галузі нанотехнологій при ознайомленні учнів із перспективами розвитку сучасної фізики.

Генеральна лінія розвитку змісту курсу з основ сучасної фізики розгортається в такій послідовності питань: ознайомлення школярів з основними досягненнями сучасної фізики (фізики XX та початку XXI століття); введення початкових відомостей та ключових понять нанотехнологій (нанооб'єкт, наноматеріал); ознайомлення учнів зі способами використання сучасних методів аналізу структури речовини; з'ясування перспектив використання продуктів нанотехнологій.

Отже, пропонований авторами курс «Основи сучасної фізики» нараховує 5 розділів та розрахований на 10 годин. Зміст курсу сприяє формуванню в учнів сучасної наукової картини світу. Проведення цього курсу вважаємо доцільним наприкінці 11 класу, коли у школярів вже практично сформована традиційна природничо-наукова картина світу. На цьому етапі мета запропонованого курсу полягає в актуалізації предметних компетенцій учнів зі шкільного курсу фізики та розширенні світогляду випускників загальноосвітніх навчальних закладів.

Таблиця 1

Програма елективного курсу «Основи сучасної фізики»

К-сть годин	Зміст теми	Навчальні досягнення Учень / учениця:
	Розділ 1. Досягнення та проблеми сучасної фізики Основні досягнення фізики XX – початку XXI століття. Нобелівські лауреати цього періоду з фізики	- *має уявлення* про основні відкриття фізики кінця XX – початку XXI століття: квазари, вуглецеві нанотрубки, бозон Хіггса тощо; - *здатен пояснити* фізичний зміст процесів, що в них чи з ними відбуваються; - *називає* лауреатів Нобелівської премії з фізики згаданого періоду та *має уявлення* про зроблені ними відкриття
	Розділ 2. Початкові відомості про нанотехнології Префікс «нано-» як характеристика розмірів об'єкту. Поняття про наномасштаб. Нанотехнології у природі. Історія розвитку нанотехнологій. Нанооб'єкт. Класифікація нанооб'єктів. Наноматеріал	- *знає* означення нанооб'єктів та наноматеріалів; - *має уявлення* про шкалу розмірів та положення нанооб'єктів на ній; - *усвідомлює* відмінність між мікросвітом та наносвітом; - *розуміє* вплив структури наноматеріалів на формування їх унікальних властивостей – фізичних, хімічних, механічних; - *уміє класифікувати* нанооб'єкти за ступенем зниження розмірності; - *наводить приклади* сучасного застосування нанотехнологій у різних галузях науки та техніки
	Розділ 3. Класифікація наноматеріалів. Методи їх одержання Фулерени. Фулерити. Нанотрубки. Фотонні кристали. Графен. Самоорганізація нанооб'єктів та їх використання під час створення наноматеріалів. Моделювання наноструктур	- *знає* підходи до класифікації наноматеріалів; - *вміє класифікувати* наноструктурні матеріали; - *розуміє* зміст методів одержання нанооб'єктів та наноматеріалів: «згори вниз» та «знизу вгору»; - *усвідомлює* сутність явища самоорганізації нанооб'єктів
	Розділ 4. Методи аналізу структури та властивостей речовини Скануюча зондова мікроскопія. Тунельний мікроскоп. Атомно-силовий мікроскоп. Магнітний силовий мікроскоп	- *знає* будову та принцип роботи скануючого зондового мікроскопу для одержання зображення поверхні та її локальних характеристик; - *розуміє* відмінності будови основних типів скануючого зондового мікроскопу
	Розділ 5. Майбутнє нанотехнологій: проблеми та перспективи Використання наноматеріалів у різних галузях економіки: електроніка,	- *знає* напрями застосування нанотехнологій; - *має уявлення* про сучасний стан застосування нанотехнологій у різних галузях - *має уявлення* про стан розвитку наноіндустрії в Україні та інших державах; - *розуміє* перспективи розвитку

	енергетика, медицина, промисловість. Наноіндустрія в Україні та світі. Перспективи розвитку нанотехнологій. Екологічні проблеми нанотехнологій	нанотехнологій; - *знає* основні напрями діяльності українських науковців у сфері нанотехнологій; - *усвідомлює* можливі ризики, до яких може призвести несвідоме чи неконтрольоване впровадження нанотехнологій

Перший, вступний, розділ присвячений ознайомленню школярів зі світом фізичної науки, починаючи з другої половини ХХ століття й донині. Необхідно довести до усвідомлення учнями того факту, що сучасна наука розвивається пришвидшеним темпом. Вважається, що обсяг наукових знань подвоюється з періодичністю 10–15 років. Вражає той факт, що близько 90 % учених, які коли-небудь жили на Землі, є нашими сучасниками. Протягом останніх 300 років, а саме таким уважають вік сучасної науки, людство зробило величезний ривок у своєму розвитку.

Поворотні етапи в розвиткові науки, у результаті яких відбувається перехід на якісно новий рівень знань, називають науковими революціями. Для них характерна радикальна зміна світосприймання – його наукової картини.

Поняття «сучасна фізика» можна розуміти у двох інтерпретаціях. Перша пов’язана з фізикою кінця ХІХ та перших трьох десятиліть ХХ століття. У цей період у фізиці відбулися революційні зміни: поява квантової теорії та квантової механіки, спеціальна теорія відносності. Основні ідеї цього періоду – квантові, релятивістські та статистичні. Саме вони стали основою квантово-польової картини світу, що прийшла на зміну електродинамічним уявленням.

Друга – сучасна фізика кінця ХХ – початку ХХІ століття. Для неї характерна єдність підходів до макро-, мікро- й мегафізики та поступова зміна фізичної картини світу. Кінець ХХ століття розширив в уявленнях людства кордони Всесвіту, відбулося відкриття квазарів – надпотужних джерел випромінювання в нашій Галактиці, створення перших вуглецевих нанотрубок, що мають унікальну міцність та надпровідність. Далі варто підкреслити, що справжнім проривом у науці стали відкриття ХХІ століття, яке, здавалося б нещодавно тільки почалося. Насамперед, варто назвати зовсім недавнє відкриття, значимість якого для сучасної фізики колосальна: це відкриття вченими частинки, яка пояснює причину виникнення маси в інших елементарних частинок – бозона Хіггса.

На основі аналізу останніх досягнень фізики можна стверджувати, що людство знаходиться на порозі чергової зміни наукової парадигми.

Проте, визнання пріоритетних напрямів розвитку науки на державних рівнях багатьох країн світу свідчить про ключову роль нанонауки та нанотехнологій, що розвинулися на її основі. Щоб для старшокласників популярне нині поняття «нанотехнології» було наповнене фізичним змістом,

необхідне формування цілісних уявлень про нанооб'єкти та наноматеріали. Тому вважаємо, що розпочати вивчення основ нанотехнологій необхідно з запитання: «Що розуміють, говорячи про наномасштаб»? Аби відповісти на це питання, необхідно розглянути шкалу розмірів матеріальних об'єктів. Далі потрібно визначити положення нанооб'єктів на цій шкалі. Після цього слід виділити суттєві ознаки нанооб'єктів та наноматеріалів і, наостанок, увести означення нанотехнологій.

Отже, учням передусім варто пояснити, що префікс «нано» означає «одна мільярдна частина». Зручно при цьому продемонструвати школярам шкалу розмірів матеріальних об'єктів (рис. 1) й показати на ній місце нанооб'єктів. Зокрема, міліметри (тисячні частини метра) позначені на шкалі лінійки. Лінійні розміри найменших структур, які можна спостерігати в оптичний мікроскоп (клітини, мітохондрії та невеликі бактерії) мають порядок мікрометрів (мільйонна доля метра). У сотнях нанометрів обчислюються розміри вірусів, у десятках – великі білкові молекули. Прості молекули вимірюються в одиницях нанометрів, а атоми – у десятих долях нанометра. Отже, можна дати означення наномасштабу як діапазону розмірів тіл від атомів до вірусів (0,1–100 нм).

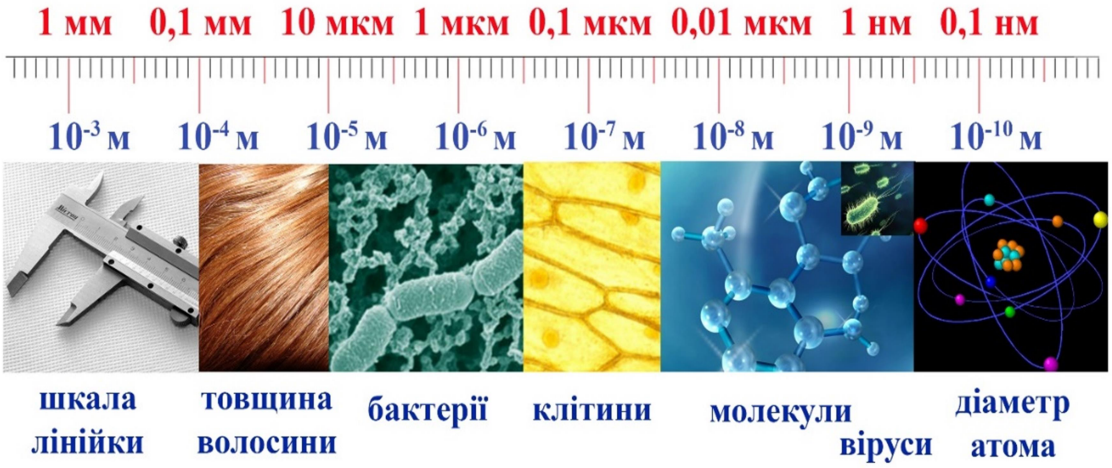

Рис. 1. Шкала розмірів матеріальних об'єктів

Варто підкреслити, що уявити наномасштаб досить складно. Якщо розглядати волосину, то її товщина, у залежності від кольору, становить порядку 80–110 мікрометрів. Щоб отримати наномасштаб, треба товщину волосини зменшити в 10000 разів.

Після цього вводять ключове поняття нанотехнологій – нанооб'єкт. Аби досягти усвідомлення школярами того, чому його варто виділяти окремою дефініцією, з'ясовують фізичний зміст цього поняття. З цією метою перед старшокласниками доцільно поставити таке запитання «Що відбувається із властивостями об'єкта в наномасштабі?».

Проілюструвати залежність властивостей матеріалу від його поверхневих розмірів доцільно, використовуючи уявний експеримент. Розглянемо однорідний кристал – це тривимірний однорідний об'єкт. Для зручності вважатимемо наш зразок кубом із довжиною ребра 1 см. Він має певні фізичні властивості. Зрозуміло, що в цьому випадку фізичні властивості зразка не залежать від його розмірів. Однак, ми знаємо, що поблизу зовнішніх поверхонь розглянутого нами куба його властивості все ж можуть відрізнятися від відповідних властивостей в об'ємі. Проте частка поверхневих атомів вкрай мала, а, отже, внеском поверхневої зміни властивостей можна знехтувати. Поділимо наш куб навпіл по одній із граней. При цьому довжина двох його граней залишиться незмінною, а одна, нехай це буде висота l, зменшиться у 2 рази. Чи вплине дана маніпуляція на властивості зразка? Очевидно, що ні. Провівши експеримент ще раз, отримаємо аналогічний результат. Однак, при досягненні певного критичного розміру l^*, повторення експерименту призведе до того, що спостережувана властивість буде залежати від розміру l. Чому так відбувається? Коли l стає набагато меншим від l^* внесок поверхневих атомів у властивості об'єкту стає істотним та продовжує зростати з подальшим зменшенням l. У фізиці це явище має назву квантово-розмірний ефект в одному вимірі. При цьому сам зразок, для якого $l \leq l^*$, називається *квантовою площиною* або квантової ямою. Якщо ж у деякому зразку $l \leq l^*$ у двох вимірах, то його називають одновимірним квантовим об'єктом – *квантовою ниткою* або квантовим дротом. Коли ж $l \leq l^*$ у всіх трьох вимірах маємо *квантову точку*.

Отже, важливо, щоб учні засвоїли, що *нанооб'єкт* – це об'єкт, у якого $l \leq l^*$ щонайменше в одному вимірі.

Іншим важливими поняттями нанонауки є *наноматеріал*. Наноматеріалом називають матеріал, що має принаймні однин зовнішній розмір у наномасштабі та виявляє якісно нові властивості (фізичні, хімічні, функціональні тощо). При цьому особливістю наноматеріалів є те, що їх властивості відрізняються від притаманних об'єктам інших розмірів.

На врахуванні властивостей наноматеріалів ґрунтуються методи їх класифікації. Найпростішим методом отримання наноматеріалу є подрібнення речовини до нанорозмірних фрагментів.

Досить важливо довести до розуміння учнями те, що нанооб'єкти та наноматеріали є не лише досягненнями науково-технічного прогресу людства, адже на момент ознайомлення учнів із цими поняттями нерідко в них вже сформовані певні побутові уявлення про нанотехнології як щось «надсучасне». Про неточність таких уявлень свідчить існування об'єктів природного походження, які відповідають наномасштабу. Як приклад, школярам можна розповісти про явище самоочищення листя деяких рослин (тюльпана, капусти тощо). Це явище було детально досліджене

вченими на прикладі лотосу та назване на його честь «ефектом лотосу». Пояснюється воно існуванням на поверхні листа особливої структури (нанорельєфу), яка утворена воскоподібною речовиною – кутином, що є сумішшю вищих жирних кислот та їх ефірів. Площа контакту краплі води й листка на такій поверхні вкрай мала, тому крапля набуває форми близької до кулястої та легко скочується, вбираючи забруднення з поверхні листка. Така поверхня має назву супергідрофобної. Ця ідея, запозичена у природи, віднайшла практичне застосування у виробництві покриттів, стійких до забруднення та поверхонь з можливістю самоочищення.

Крім того, до відома школярів необхідно довести такий факт: деякі речі, які сьогодні іменують «нанооб'єкт» чи «наноматеріал», людина використовувала здавна. Одним із таких прикладів є різнокольорове скло. У музеї Великої Британії експонується кубок Лікурга – давньоримська посудина зі скла кінця IV століття. У залежності від освітлення кубок змінює колір із зеленого на пурпурний. Такий ефект обумовлений наявністю у склі нанорозмірних частинок золота і срібла. У середні віки металевий нанопил часто додавали у скло для виготовлення вітражів. Виявляється, лікургів кубок виготовлений із нанокомпозитного матеріалу.

Отже, виникає закономірне запитання «Коли вперше був використаний термін «нано-» у його сучасному розумінні»? Після цього школярів знайомлять із хронологією розвитку нанотехнологій. Особливу увагу варто акцентувати на уславленій лекції Р. Фейнмана «Там внизу – незліченно багато місця».

Подальша логіка побудови курсу є такою. З'ясовується, що око людини, що є природною оптичною системою, має роздільну здатність (відстань між двома точками, які ми бачимо окремо, для нормального зору на відстані найкращого бачення 25 см) близько 0,1–0,2 мм. Розміри мікроорганізмів, клітин та інших мікро- й наноструктур значно менші цієї величини, отже дослідження та вивчення подібних об'єктів було б неможливим без використання мікроскопів. Однак, роздільна здатність звичайного оптичного мікроскопа (кількасот нанометрів) недостатня для предметів наномасштабу. Об'єкти, розміри яких кілька десятків чи одиниць нанометрів побачити в такий мікроскоп неможливо. Для пізнання та дослідження наносвіту були винайдені інші методи.

У 1931 році Р. Руденберг подав патентну заявку на просвічувальний електронний мікроскоп. У 1932 році М. Кнолль і Е. Руска побудували перший такий мікроскоп, у якому використали магнітні лінзи для фокусування електронів. Цей прилад став попередником сучасного просвічувального електронного мікроскопу. Завдяки цьому в 1986 році Е. Руска став лауреатом Нобелівської премії з фізики.

Після цього учнів знайомлять із інструментами дослідження нанооб'єктів, розповідають про відкриття нового класу з'єднань –

фулеренів; виявлення ефекту гігантського магнітоопору та відкриття вуглецевих нанотрубок.

Прикладний інтерес до наноматеріалів сьогодні зумовлений перспективами значної модифікації або навіть принципової зміни властивостей відомих матеріалів, новими можливостями, які відкриває нанотехнологія у створенні матеріалів та виробів зі структурних елементів нанометрового розміру.

При ознайомленні учнів із використанням наноматеріалів, варто підкреслити, що нанотехнології – галузь міждисциплінарна, тому сфери їх застосування пов'язані з іншими науками: фізикою, хімією, біологією, інформатикою та охоплюють різноманітні прикладні галузі: електроніку, енергетику, промисловість, медицину, екологію тощо. Нині власні нанопрограми розвивають практично всі провідні розробники електроніки – IBM, Hewlett-Packard, Hitachi, Lucent, Misubishi, Motorola, NEC та ін. Відмінність властивостей наночастинок від властивостей матеріалу використовується при створенні аерозолей, фарбувальних речовин, для отримання кольорового скла й теплозберігаючих матеріалів. Широко застосовуються наноматеріали і під час роботи в умовах підвищених температур, тертя та зношення деталей, інструментів. У перспективі – кардинальні зміни у зв'язку з реалізацією можливостей генної інженерії, створенням ефективних молекулярних діагностичних пристроїв та відповідних біосинтезаторів.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Виконано методологічний аналіз Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти та навчальних програм з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів, на основі якого встановлені неузгодженості між задекларованими у Стандарті компонентами змісту освіти, пов'язаними з розвитком сучасної науки (нанобіотехнології, нанофізика, нанотехнології) та обсягом навчальних годин, що відводяться на ознайомлення школярів із відповідними питаннями в навчальних програмах. Поряд із цим установлено, що у програмних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки школярів відсутні конкретно сформульовані очікувані результати навчання щодо основних понять нанонауки. Водночас з'ясовано, що існує необхідність створення комплексного дидактичного забезпечення для вивчення основ сучасної фізики в загальноосвітніх навчальних закладах у форматі елективних курсів.

Розроблено елективний курс «Основи сучасної фізики» для учнів старшої школи загальноосвітніх навчальних закладів, який частково розв'язує протиріччя між сучасними науковими уявленнями фізики та змістом навчальних програм із цієї дисципліни. Показано, що пропонований курс має на меті розширення уявлень школярів про сучасну наукову картину світу.

Упровадження основ сучасної фізичної науки в навчальний процес

загальноосвітніх навчальних закладів України відкриває перспективи створення програм курсів підвищення кваліфікації вчителів та розробки відповідного методичного забезпечення з даної тематики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Делоне Н. Б. Школі потрібна сучасна фізика / Н. Б. Делоне // Фізика в школі. – 2006. – № 5.

2. Завражна О. М. Основи нанотехнологій : навчально-методичний посібник для вчителів та студентів педагогічних університетів / О. М. Завражна, О. О. Пасько, А. І. Салтикова ; Міністерство освіти і науки України, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. – Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 182 с.

3. Каленик М. В. Методика вивчення питань сучасної фізики / М. В. Каленик // Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах : матеріали І Міжрегіональної науково-методичної конференції / за ред. О. М. Завражної. – Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2015. – С. 25–26.

4. Ляшенко О. Зміст фізичної освіти: яким йому бути? / О. Ляшенко // Фізика та астрономія в школі : науково-методичний журнал. – К. : «Педагогічна преса», 2009. – № 6. – С. 3–6.

5. Навчальні програми для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів з українською мовою навчання (рівень стандарту, академічний рівень, профільний рівень) [Електронний ресурс]. – Режим доступу :
http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html.

6. Пиотровский Л. Б. «Нанотехнология», «нанонаука» и «нанообъекты» : что значит «нано»? / Л. Б. Пиотровский, Е А. Кац // Экология и жизнь. – 2010. – № 8. – С. 7–13.

7. Садовий М. І. Сучасні погляди на періодичну систему елементів у методиці навчання фізики / М. І. Садовий, О. М. Трифонова, В. П. Сергієнко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. : Педагогічна. – 2010. – № 16.

8. Салтикова А. І. Сучасна фізика як засіб формування світогляду учнів / А. І. Салтикова, О. М. Завражна // Теоретико-методичні засади вивчення сучасної фізики та нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих навчальних закладах : матеріали І Міжрегіональної науково-методичної конференції / за ред. О. М. Завражної. – Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2015. – С. 54–55.

9. Сусь Б. А. Теоретико-методичні засади розгляду проблемних питань сучасної фізики у вищій школі / Б. А. Сусь, Б. Б. Сусь // Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології. – 2015. – № 7. – С. 165–172.

10. Bardeen M. G. Particle Physics Outreach to Secondary Education / Bardeen, Marjorie G., K. Erik Johansson, and M. Jean Young // Annual Review of Nuclear and Particle Science. – 2011. – № 61. – P. 149–170.

11. Johansson K. E. A university laboratory for schools – a new meeting place for students and teachers / K. Erik Johansson // Phys. Educ. – 2008. 43:530-35.

REFERENCES

1. Delone, N. B. (2006). Shkoli potribna suchasna fizyka [School requires modern physics]. *Fizyka v shkoli, 5.* (in Ukrainian).

2. Zavrazhna, O. M., Pasko, O. O., Saltykova, A. I. (2016). *Osnovy nanotekhnolohii [Basics of Nanotechnology]*. Sumy: SumDPU imeni A. S. Makarenko. (in Ukrainian).

3. Kalenyk, M. V. (2015). Metodyka vyvchennia pytan suchasnoi fizyky [Methodology

for the Study of Modern Physics]. *Teoretyko-metodychni zasady vyvchennia suchasnoi fizyky ta nanotekhnolohii u zahalnoosvitnikh ta vyshchykh navchalnykh zakladakh*: *materialy I Mizhrehionalnoi naukovo-metodychnoi konferentsii*, (pp. 25–26). Sumy. (in Ukrainian).

4. Liashenko, O. (2009). Zmist fizychnoi osvity: yakym yomu buty? [The content of physical education: what it has to be?]. *Fizyka ta astronomiia v shkoli*, *6*, 3–6. (in Ukrainian).

5. *Navchalni prohramy dlia uchniv 10–11 klasiv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv z ukrainskoiu movoiu navchannia (riven standartu, akademichnyi riven, profilnyi riven) [Training program for pupils of 10–11 forms of secondary school with Ukrainian language learning (standard level, academic level, profile level)].* Retrieved from: http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html. (in Ukrainian).

6. Piotrovskii, L. B., Katz, E. A. (2010). “Nanotekhnolohiia”, “nanonauka” i “nanoobjekty”: chto znachyt “nano”? [“Nanotechnology”, “nanoscience” and “nanoobjects”: what mean “nano”?]. *Ekolohiia i zhyzn, 8,* 7–13. (in Russian).

7. Sadovyi, M. I., Tryfonova, O. M., Serhiienko, V. P. (2010). Suchasni pohliady na periodychnu systemu elementiv u metodytsi navchannia fizyky [Current views on the periodic system of elements in the methodology of teaching physics]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohiienka. Ser.: Pedahohichna, 16.* (in Ukrainian).

8. Saltykova, A. I., Zavrazhna, O. M. (2015). Suchasna fizyka yak zasib formuvannia svitohliadu uchniv [Modern physics as a form of students’ philosophy]. *Teoretyko-metodychni zasady vyvchennia suchasnoi fizyky ta nanotekhnolohii u zahalnoosvitnikh ta vyshchykh navchalnykh zakladakh: materialy I Mizhrehionalnoi naukovo-metodychnoi konferentsii,* (pp. 54–55). Sumy. (in Ukrainian).

9. Sus, B. A., Sus, B. B. (2015). Teoretyko-metodychni zasady rozhliadu problemnykh pytan suchasnoi fizyky u vyshchii shkoli [Theoretical and methodological foundations of consideration of issues of modern physics in higher school]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii, 7,* 165–172. (in Ukrainian).

10. Bardeen, M. G., Johansson, K. E., Young, M. J. (2011). Particle Physics Outreach to Secondary Education. *Annual Review of Nuclear and Particle Scienc, 61,* 149–170.

11. Johansson, K. E. (2008). A university laboratory for schools – a new meeting place for students and teachers. *Phys. Educ.* 43:530-35.

РЕЗЮМЕ

Завражная Елена, Однодворец Лариса, Пасько Ольга, Салтыкова Алла. Методика изучения некоторых вопросов современной физики в общеобразовательных учебных заведениях.

В статье приведены рекомендации по отображению современных достижений физики как науки в курсе школьной физики. Установлено существование противоречия между современными научными представлениями в области физики и содержанием учебных программ по соответствующей учебной дисциплине. Аргументирована необходимость изучения основ современной физики в общеобразовательных учебных заведениях в форме элективных курсов. Предложен элективный курс «Основы современной физики» для учащихся старших классов. Показано, что эффективное внедрение основ современной физической науки в учебный процесс общеобразовательных учебных заведений требует создания программ курсов повышения квалификации учителей и разработки соответствующего методического обеспечения по исследуемой тематике.

Ключевые слова: *физика, методика обучения физике, элективный курс,*

общеобразовательные учебные заведения, старшая школа, учебные программы по физике, нанонаука, нанотехнологии.

SUMMARY

Zavrazhna Olena, Pasko Olha, Odnodvorets Larysa, Saltykova Alla. Methodology for the Study of some issues of Modern Physics in secondary school.

The article is devoted to the display of modern achievements of physics as a science in the school physics course. The existences of contradictions between modern scientific concepts in physics and content curriculum of discipline have been found. At the same time, it is proved that the curriculum requirements for general education of students has not been specifically formulated in the part of expected results of training on the basic concepts of nanoscience.

The research is based on the general scientific theory and empirical methods: analysis – in order to study modern physics in secondary schools, finding the provision in the learning process of necessary learning tools; synthesis – for designing content for elective courses; observing of the educational process in physics.

Based on the analysis of scientific and technical literature and teaching experience it is shown that the issue of development and implementation of appropriate elective courses in the context of the reform of secondary education are not reasonable: methodology of the use of elective courses while studying modern physics in secondary school has not been disclosed; relevant materials of these courses have not been developed, and there are no methodological and logistical support for their teaching.

It is proved that today there is an urgent need for the development and implementation in the learning process, starting with secondary schools, of tailored training courses that include individual questions of modern physics and nanotechnology.

The authors proposed elective course "Fundamentals of Modern Physics" for high school students. The course objective is to resolve contradictions between modern scientific concepts in physics and curriculums physics. In the article elective course program and guidelines for teachers are revealed. Course content promotes pupils with the modern scientific world. Holding this course the authors consider appropriate in the end of the11th class curriculum.

The effective implementation of the foundations of modern physical science in the educational process of secondary schools requires creating programs and teacher training courses and developing of appropriate methodological provision of the studied subjects.

Key words: *physics, methods of teaching physics elective course, secondary schools, high school curriculum in physics, nanoscience, nanotechnology.*

УДК 781.2:378.036

Олександр Калустьян
Рівненський державний гуманітарний університет
ORCID ID 0000-0002-1910-362X
DOI 10.24139/2312-5993/2017.03/198-209

УСВІДОМЛЕННЯ ІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ФАКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАСОБІВ МУЗИЧНОЇ ВИРАЗНОСТІ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ І СТАНОВЛЕННЯ АНАЛІТИЧНИХ НАВИЧОК У ПРОЦЕСІ РОБОТИ НАД МУЗИЧНИМ МАТЕРІАЛОМ

У пропонованій статті ми розглядаємо звукові музичні комплекси як кінцевий продукт структурної організації моделі за результатами співвідношення загально-фактурних процесів у контексті сукупності компонентів композиторської техніки на рівні інтеграційних варіантів взаємодії засобів музичної виразності. Така