

МІСЦЕ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМАХ З ФІЗИКИ ТА СТАНДАРТАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ – ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

У статті досліджено стан викладання у загальноосвітніх навчальних закладах питань, пов'язаних із розвитком наноіндустрії, проведено аналіз навчальних програм з фізики. Обґрунтована доцільність розробки та впровадження у навчальний процес основ нанотехнологій у формі елективних курсів. Встановлено, що за основу конструювання змісту навчальної дисципліни можна взяти чотири блоки: перший присвячений основним поняттям та визначенням у галузі нанотехнологій; другий – методам аналізу структури та властивостей наноматеріалів; у третьому представлені приклади практичного застосування нанотехнологій в різних сферах виробництва і областях діяльності; четвертий блок розкриває внесок українських науковців у вивчення і розвиток нанотехнологій.

Ключові слова: *нанотехнології, технологічний уклад, компетенція та компетентність, нанооб'єкт, наноструктурний матеріал.*

Загальновизнано, що навчальний процес повинен розкривати та реалізовувати ті пріоритети в освіті, які визнані суспільством на даному етапі його розвитку.

Термін "нанотехнології", справедливо вважають одним з ключових понять початку ХХІ століття, символом переходу до шостого технологічного укладу, що впроваджується в економіки розвинених країн світу. Стрімкий розвиток сфери нанотехнологій відкриває широкі перспективи розробки нових матеріалів, вдосконалення зв'язку, біотехнології, мікроелектроніки, енергетики, медицини та озброєння. У даний час багато наукових установ в усьому світі займаються аналізом проблеми підготовки кадрів в області нанотехнологій. У цій області на ринку освіти домінують США, Японія, Велика Британія, Німеччина, Франція і Данія. Наприклад, в США, де роботи у

сфері нанотехнологій оголошені найвищим пріоритетом, створені 11 навчальних наноцентрів, охоплених єдиною мережею обміну інформацією з підключенням до неї університетів. До системи наноосвіти залучено близько 500 університетів, приватних інститутів і лабораторій. У країнах ЄС створені понад 16 центрів, які крім науково-дослідних робіт, займаються освітою в області нанотехнологій. Крім того, існує безліч курсів підготовки магістрів, курсів аспірантського профілю та «молодших» курсів в галузі наноматеріалів і нанотехнологій.

Входження України до шостого технологічного укладу, розвиток конкурентоздатних галузей може бути прискорений за рахунок адаптації світового досвіду підготовки кадрів для наноіндустрії, розробки та впровадження в загальноосвітніх навчальних закладах та профільних ВНЗ новітніх методик вивчення питань та проблем розвитку нанотехнологій.

Як показує аналіз актуальних досліджень, в Україні практично відсутні методичні розробки з вирішення проблеми вивчення нанотехнологій в загальноосвітній школі, хоча це питання носить міжпредметний характер. Наприклад, у Росії доктором біологічних наук, кандидатом фізико-математичних наук К. Богдановим розроблена програма елективного курсу "Нанотехнології: коли розмір має значення" [1]. Даний курс розрахований на 34 години (1 година на тиждень) та призначений для учнів 11 класу загальноосвітніх шкіл природничого та фізико-математичного профілів, федеральний компонент базового навчального плану яких має 5 годин фізики на тиждень. Курс базується на знаннях, отриманих учнями при вивченні фізики в основній і середній школі.

Виходячи з вищезазначеного, дана стаття присвячена дослідженню стану викладання питань пов'язаних із розвитком наноіндустрії в загальноосвітніх навчальних закладах, аналізу навчальних програм з фізики.

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає передусім державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з навчальних дисциплін. Тому розробка нормативних документів, які визначали

б зміст освіти у галузі нанотехнологій, передусім Державних стандартів освіти, є вимогою часу. Впровадження таких стандартів дозволить задовольнити попит на відповідних фахівців та домогтися підвищення рівня їх підготовки.

Доки державні вимоги не сформульовані, справедливо керуватися стандартизацією в області нанотехнологій. Міжнародною організацією зі стандартизації (International Standards Organization) та Міжнародною електротехнічною комісією (International Electrotechnic Commission) створено два технічних комітети стандартизації - ISO/TC229 Нанотехнології (Nanotechnology) і IEC/TC113 Стандартизація нанотехнологій для електричних та електронних виробів і систем (Nanotechnology standardization for electrical and electronic products and systems) [7]. Названі міжнародні технічні комітети прийняли до використання 34 стандарти (3 з них стандарти затверджені остаточно, інші призначені для використання тимчасово). Ознайомитися з ними можна у Головному фонді Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» або в ІПМ НАН України.

Аналіз навчальних програм з фізики [3], [6] щодо наявності основних понять у галузі нанотехнологій показав, що питання, пов'язані з нанотехнологіями у шкільному курсі фізики розглядаються лише у межах узагальнюючих занять в 11 класі. На їх проведення на профільному рівні відведено – 4 години, на академічному – 2, на рівні стандарту – не передбачено взагалі. Під час цих занять, поряд з узагальненнями, пов'язаними з формуванням фізичної картини світу, заплановано ознайомлення учнів із сучасними уявленнями про будову речовини, сучасними методами її дослідження, а також з поняттями «нанокompозити» і «нанотехнології». Поряд із цим, програмою визначено такі державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки школярів з цих питань: «За результатами проведення узагальнюючих занять 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 і наукомістких технологій».

Для формування цілісної картини світу та підготовки учнів до усвідомленого сприйняття принципово нового підходу до дослідження структури речовини і створення нових матеріалів, обсяг годин, що відводяться на знайомство школярів з наносвітом під час викладання фізики, вкрай мізерний.

Одним із можливих варіантів часткового вирішення вказаної проблеми, може бути включення у процес навчання дисциплін освітньої галузі «Природознавство», зокрема і фізики, окремих питань з області нанотехнологій, пов'язаних з конкретним навчальним матеріалом, за рахунок використання резервного навчального часу. Наприклад, під час вивчення явища змочування у курсі фізики загальноосвітньої школи учнів можна познайомити з так званим «ефектом лотоса», поступово переходячи до вивчення властивостей нанооб'єктів. Разом з тим, необхідно зазначити, що основним недоліком такого способу вивчення нанотехнологій є неминуча фрагментарність знань школярів, несформованість саме цілісних уявлень про наносвіт.

Більш перспективний і дієвий, на наш погляд, напрям полягає у розробці та впровадженні у навчальний процес основ нанотехнологій у формі елективних курсів. Найефективнішим проведення цього курсу було б у II семестрі 11 класу, коли школярі вже мають відповідні знання з квантової фізики. Таким чином, у сучасну методику навчання фізики доцільно включити питання, пов'язані з вивченням нанооб'єктів, наноматеріалів та нанотехнологій загалом.

Державним стандартом базової і повної середньої освіти [2] визначено, що формування змісту освіти має здійснюватися на основі компетентнісного підходу. Державні вимоги до результатів навчання подано у «Критеріях оцінювання навчальних досягнень учнів в системі загальної середньої освіти» [3], [5], [6]. Основоположними категоріями компетентнісного підходу є

поняття «компетенція» та «компетентність». *Освітня компетенція* є сукупністю взаємозв'язаних смислових орієнтацій, знань, умінь, навичок і досвіду діяльності учня відносно певного кола об'єктів реальної дійсності, необхідних для здійснення особистісно і соціально значущої продуктивної діяльності. Предметні компетенції в області шкільного курсу фізики складаються з систем істотних ознак понять про компоненти змісту цього навчального предмета і систем дій, з яких складається діяльність щодо застосування змісту понять до конкретних ситуацій. *Предметна компетентність* – визначає те, що учень *знає* (системи істотних ознак понять), *розуміє* (здатний встановлювати відповідність між істотними ознаками понять і істотними властивостями предметів і явищ оточуючої дійсності, зв'язками між істотними ознаками понять й істотними властивостями зазначених фізичних об'єктів), *уміє* користуватися поняттями в конкретних ситуаціях, зокрема під час розв'язування задач. У шкільній програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів поряд зі змістом "навчального матеріалу" визначені предметні компетентності для відповідного розділу змісту навчального предмета. При цьому використовуються такі ключові слова: «За результатами вивчення розділу учні: знають..., розуміють..., здатні пояснити..., вміють утворювати..., вміють класифікувати..., вміють розрізняти..., вміють складати..., знають способи вимірювання..., володіють експериментальними способами визначення..., володіють експериментальними способами дослідження..., вміють зображувати..., здатні будувати..., здатні аналізувати..., можуть розв'язувати фізичні задачі» [6]. Тоді наявні у школярів предметні компетентності і є їх *навчальними досягненнями*.

Виходячи з вище викладеного, однією з найперших вимог до впровадження у навчальний процес основ нанотехнологій є структурування змісту цього навчального предмета. Тому, перш за все, необхідно виокремити базові одиниці навчального змісту та встановити їх змістове наповнення. Виокремлені одиниці навчального змісту будуть визначати предметні

компетенції учня у галузі нанотехнологій як наперед задані норми в його освітній підготовці.

Ключовим поняттям нанотехнології є *нанооб'єкт* – матеріальне тіло з одним, двома або трьома зовнішніми розмірами у наношкалі [7]. У стандарті представлено два основних нанооб'єкти — наночастинка і нанопластинка, а також нанооб'єкти - нанодріт, нанотрубка, нанострижень, які об'єднуються загальним терміном «нановолокно». Важливу роль у науці відіграють *вуглецеві нанооб'єкти* – фулерени та вуглецеві нанотрубки - є перспективними матеріалами для багатьох галузей промисловості, оскільки вони мають унікальні електронні, електромагнітні, теплові, оптичні і механічні властивості.

Наступними важливими поняттями є *наноматеріал* - матеріал принаймні з одним зовнішнім розміром, у наношкалі, або з внутрішньою або поверхневою нанорозмірною структурою та *наноструктурний матеріал* - матеріал, який має внутрішню або поверхневу наноструктуру. Особливістю наноматеріалів є притаманні їм властивості або функції, що відрізняються від тих, які пов'язані з окремими атомами, молекулами або сипучими матеріалами. У стандарті розглядаються п'ять категорій наноструктурних матеріалів: наноструктурний порошок, нанокомпозит; тверда нанопіна; нанопористий матеріал; рідка нанодисперсія [7].

В основі конструювання змісту навчальної дисципліни можна виокремити чотири блоки.

Блок 1. Основні поняття.

Нанооб'єкт: наночастинка, нанопластинка, нановолокно (нанодріт, нанотрубка, нанострижень). Вуглецеві нанооб'єкти: фулерени та вуглецеві нанотрубки. Наноструктурний матеріал наноструктурний порошок, нанокомпозит, тверда нанопіна, нанопористий матеріал, рідка нанодисперсія.

Учні повинні: знати означення нанооб'єктів та наноматеріалів; розуміти вплив структури наноматеріалів на формування їх унікальних властивостей -

фізичних, хімічних, механічних; вміти класифікувати нанооб'єкти та наноструктурні матеріали.

Блок 2. Методи аналізу структури та властивостей наноматеріалів.

Електронна мікроскопія. Скануюча зондова мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Скануюча оптична мікроскопія ближнього поля. Магнітно-силова мікроскопія.

Учні повинні: знати основні сучасні методи дослідження структури речовини; розуміти будову та принцип роботи наукових приладів (електронного мікроскопа, мас-спектрометрів тощо); здатні пояснити фізичні явища і закономірності, на яких ґрунтується кожен метод.

Блок 3. Перспективи практичного застосування нанотехнологій.

Нанотехнології у матеріалознавстві. Мікроелектроніка. Фотоніка. Нанобіотехнологія і медицина. Нанотехнології в машинобудуванні. Нанотехнології в енергетиці. Застосування нанотехнологій в будівництві. Нанотехнології в системах безпеки та у військовій галузі.

Учні повинні: знати напрямки застосування нанотехнологій; мати уявлення про сучасний стан застосування нанотехнологій у різних галузях.

Блок 4. Внесок українських науковців у вивчення і розвиток нанотехнологій

Учні повинні: розуміти перспективи розвитку нанотехнологій; знати основні напрями діяльності українських науковців у сфері нанотехнологій; орієнтуватися у навчальних закладах, де можна здобути кваліфікацію фахівця з нанотехнологій.

Отже, протиріччя, яке виникло нині між новими потребами суспільства у кваліфікованих фахівцях у галузі нанотехнологій та змістом традиційної системи освіти, може бути вирішене шляхом впровадження у навчальний процес загальноосвітніх та вищих навчальних закладів нових міждисциплінарних курсів, пов'язаних з розвитком нанотехнологій. Головним результатом їх запровадження має стати не тільки формування відповідних компетентностей, а й побудження інтересу школярів до даної проблеми,

розвиток їх мислення, сприяння формуванню уявлень про фундаментальну єдність природничих наук, незавершеність пізнання в області природознавства, можливості його подальшого розвитку, ролі нанотехнологій в реалізації потреб людства.

Список використаних джерел

1. Богданов К.Ю. Нанотехнологии: когда размер имеет значение / К.Ю. Богданов // Программа элективного курса для 11 класса, 34 часа. – Режим доступу : <http://nanotechnology1.narod.ru/1>
2. Державний стандарт базової і повної середньої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>.
3. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів: Фізика: Астрономія, 7-12 кл. [Текст] – К.: Ірпінь: Перун, 2005. – 80 с.
4. Пасько О.О. Спрямованість навчального процесу на підвищення якості знань учнів з фізики. / О.О. Пасько, М.В. Каленик // Наукові записки. – Випуск 98. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – С. 110-113.
5. Наказ Міністерства освіти і науки України від 13.04.2011 р. № 329 "Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти". [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/>
6. Фізика [Текст] : 7-9 кл. : навч. прогр. для загальноосвіт. навч. закладів / О. І. Ляшенко [та ін.] // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. – № 6. – С. 2-13.
7. http://www.iso.org/iso/ru/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=381983

THE PLACE OF NANOTECHNOLOGIES IN PHYSICS TRAINING PROGRAMS AND STANDARD OF SECONDARY SCHOOL AND ITS DEVELOPMENT PROSPECTS

The article deals with the problem of teaching nanotechnology in secondary schools. There are analysis of the physics curriculum in the article. The author justifies that revealed a very small number of hours spent on nanotechnology teaching.

The publication prompted the inclusion in the learning process disciplines of physics, certain issues of nanotechnology related to specific learning material, through the use of reserve training time as one of the solutions to this problem. The author substantiated expediency of development of elective courses in nanotechnology and their implementation in the educational process of secondary and higher educational institutions.

Article formulated requirements for the implementation of the learning process based on nanotechnology. First of all it is structuring of the course content.

The author proposed the basis for designing the content of the course can take four units. The first unit is devoted to basic concepts and definitions in the field of nanotechnology. The second unit is respond of methods analyze the structure and properties of nanomaterials. The third unit presents practical examples of nanotechnology in various fields of production and fields. The fourth reveals the contribution of Ukrainian scientists in the study and development of nanotechnology.

Key words: *nanotechnology, technological structure, competence and expertise, nano-objects, nanostructured material.*