

УДК 53(07)

Олена Завражна

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка
ORCID ID 0000-0002-7716-7138

Лариса Одноворець

Сумський державний університет
ORCID ID 0000-0002-8112-1933

Ольга Пасько

Сумський державний університет
ORCID ID 0000-0001-9626-6636

Алла Салтикова

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка
ORCID ID 0000-0001-8010-267X

DOI 10.24139/2312-5993/2018.01/196-208

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ У СТУДЕНТІВ ЗНАНЬ ПРО СТАН СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

XX століття стало переломним у розвиткові системи освіти. Змінилися підходи до цілей і завдань, які вона вирішує. З'явилася потреба у відображенні досягнень сучасної науки в освіті. Широкі можливості для реалізації цього завдання має фізика як навчальна дисципліна у вищих навчальних закладах (ВНЗ). Робота присвячена висвітленню методичних аспектів формування у студентів знань про розвиток сучасної фізики та нанотехнологій під час навчання фізики у ВНЗ. Показано, що потенціал фізики, крім знання фаху, може забезпечити формування сучасного наукового світогляду й поліпшити цільову підготовку кадрів для актуальних напрямів виробництва.

Ключові слова: система освіти, сучасна наука, фізика, нанотехнології, методичні аспекти, формування, студенти, методика навчання.

Постановка проблеми. З початку XX століття й до сьогодні відбулися глибокі, якісні зміни в багатьох галузях науки і техніки. Науково-технічний прогрес, основою якого є відкриття з фундаментальної фізики, докорінно змінив життя суспільства. У вжитку з'явилися нові слова: нанонаука, нанотехнологія, наноструктурні матеріали та об'єкти. Ними позначають першочергові напрями науково-технічної революції, які охоплюють цілі розділи сучасної науки: нові матеріали, напівпровідники, пристрої зберігання інформації, біотехнології, полімери, хімію, оптику тощо [3]. Нанотехнології визнані найвищими національними пріоритетами у провідних країнах світу, де затверджені спеціальні програми з підготовки кадрів, виділені значні кошти на їх реалізацію.

XX століття стало переломним і в розвиткові системи освіти. Змінилися підходи до цілей і завдань, які вона вирішує. Так, з'явилася потреба у відображенні досягнень сучасної науки в освіті.

Широкі можливості для реалізації цього завдання має саме фізика як навчальна дисципліна у вищих навчальних закладах (ВНЗ). Фізика як наука про явища природи становить фундамент усього сучасного природознавства. Їй належить виняткове місце в загальній системі знань, накопичених людством. Фізика у ВНЗ ґрунтовно вивчається не тільки майбутніми фізиками та вчителями фізики, але і входить до складу програм підготовки інженерів, аграріїв, медиків та ін. Для одних вона є професією, для інших базою для вивчення фахових дисциплін або ж грає лише світоглядну роль. Незважаючи на це, її зміст повинен відображати сучасний стан розвитку й досягнень науки.

Аналіз тенденцій розвитку української вищої, зокрема педагогічної, освіти в контексті розгляду досліджуваної проблеми дозволив виявити деякі протиріччя:

- між необхідністю забезпечення в навчальному процесі властивої фізиці єдності фундаментальної і прикладної складових змісту та домінуючою в навчанні фізики академічністю, відсутністю належного взаємозв'язку придбаних знань із актуальним їх практичним застосуванням;

- між необхідністю поглиблення фундаментальної підготовки студентів щодо питань, пов'язаних із актуальним станом розвитку нанонауки та нанотехнологій і значним відставанням освітніх програм для вишів від сучасного стану розвитку фізики як науки;

- між потребою суспільства в розвиткові нанотехнологічної компоненти системи освіти на всіх рівнях та низьким рівнем розробленості методики викладання нанонауки у вищій та загальноосвітній школі, відсутністю науково-методичних джерел для популяризації знань про сучасний стан розвитку нанотехнологій та властивості наноб'єктів.

Отже, є необхідність комплексного виправлення ситуації, що склалася. Починати треба з оновлення змісту курсів із фізики та включення питань, що відображають її прикладні аспекти, зокрема, питань нанотехнологій.

Аналіз актуальних досліджень. Проблема вивчення основ нанотехнологій останнім часом є широко обговорюваною на сторінках педагогічних та методичних часописів такими науковцями, як Т. Я. Ашихміна, С. П. Величко, Д. Н. Данилов, В. С. Іваній, Т. А. Комкіна, К. В. Корсак, І. О. Мороз, О. М. Пустовий, Ю. В. Семенов, О. А. Смально, О. А. Ткачова та ін. Аспектам розробки відповідних міждисциплінарних курсів присвячені роботи вітчизняних (Ю. О. Дорошенко, І. О. Завадський, В. І. Кизенко, В. В. Лапінський, Ю. С. Мельник та ін.) та зарубіжних (К. Ю. Богданов, А. Г. Каспржак, Н. А. Гужавіна, Д. С. Єрмакова, Г. Д. Петрова, А. Laherto та ін.) учених. Разом із тим, у теорії та методиці викладання фізики практично відсутні дослідження, у яких висвітлювалися б методичні аспекти формування у студентів знань про сучасну фізику й

нанотехнології в курсі загальної фізики. Лише в окремих публікаціях фрагментарно розглядаються деякі загальні питання, присвячені цій темі.

Метою статті є репрезентування деяких результатів дослідження методики викладання питань, пов'язаних із розвитком сучасної фізики та нанотехнологій у різних розділах курсу фізики вищих навчальних закладів.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач у науковій статті переважно було використано теоретичні методи: аналіз вітчизняних і зарубіжних наукових джерел, систематизація й узагальнення матеріалів теоретичних досліджень.

Виклад основного матеріалу. Одним із ключових питань методики навчання є відбір змісту курсу фізики. Очевидно, що він буде різним для студентів різних фахів. Так, для інженерних спеціальностей, які будуть вивчати вузьке коло питань у наногалузі, фізика дасть базові знання, які будуть необхідними в майбутній професії; для студентів-аграріїв важливішою є професійна спрямованість із ухилом на прикладний аспект отриманих знань. Майбутній учитель фізики повинен добре орієнтуватися в сучасних досягненнях фізики, зокрема, у галузі нанотехнологій, та в можливостях їх застосування. Знання основних понять нанотехнологій у подальшому дозволить учителю зрозуміти основні зв'язки й закономірності, що відбуваються в наносвіті, і в доступній формі ознайомити з ними учнів.

Інформацію про досягнення сучасної науки студенти отримують різними шляхами. Насамперед, джерелами такої інформації є матеріали, які викладені в мережі Інтернет та подані в періодичних виданнях. Але основним джерелом все ж є курс фізики у ВНЗ. Відбір матеріалу з досягнень сучасної фізики та нанотехнологій повинен визначатися професійною спрямованістю. Виокремлені питання треба включати в певні розділи фізики та спеціальні курси.

На першій, по суті вступній, лекції, присвяченій початку вивчення курсу загальної фізики, при поясненні значущості законів «механіки», можна показати, як найпростіші закони класичної механіки, що застосовуються до окремих об'єктів макросвіту, що оточує нас, важливі і для мікросвіту, який змінює функціональне призначення багатьох предметів, які використовуються як у повсякденному житті, так і у виробничих цілях.

У наступних лекціях, наприклад, при вивченні енергії, слід розповісти про наномотор – молекулярний пристрій, що здатний перетворювати енергію в рух [16]. При цьому увага студентів фіксується не тільки на новому пристрої мікросвіту, а й на одиницях виміру сил молекулярних моторів білків, вимірюваних у піконьютонах. Приклад білкових двигунів, які переміщують «вантаж», у вигляді різних молекул по каналах мікротрубок всередині клітин, дозволяє акцентувати увагу на тому, що знання про механізми пересування вивчаються в межах різних технічних дисциплін і набувають нового ступеня актуальності у зв'язку з

упровадженням нових технологій. Не менший інтерес викликає інформація про молекулярні пропелери – нанорозмірні молекули, що мають форму гвинта, які здатні робити обертальні рухи через свою особливу просторову форму, яка є аналогічною формі макроскопічного гвинта [13].

При вивченні основних положень **молекулярної фізики** можливості використання прикладів, пов'язаних із досягненнями сучасної фізики істотно збільшується.

Під час обґрунтування основних положень молекулярно-кінетичної теорії слід указати на те, що сучасна дослідницька база дає можливість не тільки бачити атоми, а й маніпулювати ними.

Слід підкреслити, що поєднання однакових атомів у різні форми призводить до появи нових матеріалів. Тут можна привести приклад із карбоном. До недавнього часу було відомо, що вуглець утворює три алотропні форми: алмаз, графіт і карбін. На сьогодні відома вже четверта алотропна форма вуглецю, так званий фулерен. Це відкриття (1985 р.) дозволило розширити коло нових синтезованих матеріалів із надзвичайними фізико-хімічними властивостями. У кінці 80-х – початку 90-х років, після того, як була розроблена методика отримання фулеренів у макроскопічних кількостях, було виявлено множину інших, як більших за легші, так і важчих фулеренів: починаючи від C_{20} і до C_{70} , C_{82} , C_{96} , і вище [6, 17]. Фулерени всередині порожні. Така порожнина може вмістити будь-який сторонній атом. Коли в молекулу фулерену вводяться атоми металу, то такі комплекси називають металофулеренами. Вони є перспективними для застосування в нанотехнології й нанохімії.

При розгляді поверхневого натягу, капілярних явищ, змочування тощо особливу увагу треба звернути на те, що вся сукупність цих явищ обумовлена специфікою поверхневих взаємодій. Збільшення вкладу поверхневої енергії приводить до зміни властивостей. Відбувається це тому, що при зменшенні розміру частинок частка атомів, розташованих на поверхні, збільшується. А, отже, властивості «поверхневих» атомів відрізняються від властивостей атомів в об'ємі.

Оскільки в нанооб'єктів кількість поверхневих атомів різко збільшується, то їх внесок у властивості таких об'єктів стає визначальним і зростає з подальшим зменшенням розмірів. Саме це і є однією з причин прояву нових властивостей на нанорівні.

Огляд деяких нових розділів, наприклад, нанофлюїдики, можна запропонувати в якості тем рефератів для самостійної роботи з літературою в межах практичних занять і семінарів.

При вивченні розділів «**Електрика**» і «**Магнетизм**» курсу загальної фізики відкриваються широкі можливості для ілюстрації специфічних електричних та магнітних властивостей наноматеріалів, а також їх застосування для створення нових приладів та пристроїв.

При вивченні провідності діелектриків, напівпровідників і провідників у межах курсу загальної фізики формуються початкові знання про моделі й закони мікросвіту. Використання фізичних моделей, що становлять основу зонної теорії провідності, дозволяє показати студентам, яким чином можна з єдиних позицій пояснити класифікацію матеріалів на підставі відмінності їх здатності до пропускання електричного струму.

Розділ «Фізична електроніка» є синтезом ідей вакуумної та твердотільної електроніки й займається розробкою фізичних і технологічних основ створення інтегральних електронних схем із характерними топологічними розмірами елементів менших за 100 нм. Вона базується на використанні квантових ефектів, що проявляються в наноструктурах. Саме в галузі наноелектроніки слід чекати найбільш революційні досягнення.

Зменшення розмірів пристроїв стало природним процесом сучасної електроніки. При цьому економічні витрати зростають, їх зниження – це, по суті, завдання, яке здатні вирішити нанотехнології в межах розвитку електроніки. У межах даної теми прекрасним прикладом, що демонструє можливості наноматеріалів, є широка область застосування графена – моношару атомів вуглецю. Графен був отриманий у 2004 році і ще мало вивчений. За «передові дослідження з двовимірним матеріалом – графеном» А. К. Гейму і К. С. Новосьолову була присуджена Нобелівська премія з фізики за 2010 рік. Якщо буде вирішено питання формування «забороненої зони» графена, то він замінить кремій в інтегральних мікросхемах. Графен можна також використовувати для виготовлення електродів в іоністорах (суперконденсаторах) для використання їх у якості джерел струму, що здатні перезаряджатися [14]. Дослідні зразки іоністорів на графені мають питому енергоємність 32 Вт·год/кг, порівнянну зі свинцево-кислотними акумуляторами (30–40 Вт·год/кг). У пресі з'явилися відомості про створення нового типу світлодіодів на основі графену, при цьому відзначалася низька ціна їх утилізації.

Приклад із графеном, що характеризується моношаром, можна доповнити іншим прикладом, який є не менш ефектним. Це принц-технології, або процес формування тривимірних мікро- та наноструктур, заснований на відділенні напружених напівпровідникових плівок від підкладки з наступним згортанням їх у просторовий об'єкт [15]. Технологія названа на честь ученого з Інституту фізики напівпровідників СО РАН В. Я. Принца, який запропонував цей метод ще в 1995 році.

При вивченні електромагнітних коливань, що створюються в електричних ланцюгах, як приклад, можна розглянути альтернативні способи отримання сигналів. Тут доречно розповісти про антену-осцилятор розмірами близько 1 мкм, створену в 2005 році в лабораторії Бостонського університету. Це пристрій налічує 5000 мільйонів атомів і він здатний

осцилювати з частотою 1,49 ГГц, що дозволяє передавати з її допомогою величезні обсяги інформації.

У межах цієї теми, як правило, розглядається також явище резонансу. Отже, поряд із прикладами відкриття електронного парамагнітного резонансу й розповіді про резонансну спектроскопію, доречно повідомити і про плазмони. Плазмони – це колективні коливання вільних електронів у металі. На початку 2000 року було дано поштовх до розвитку нової галузі наноплазмоніки, заснованої на технології виготовлення частинок нанорозмірів [7]. У результаті виявилось можливим передавати електромагнітне випромінювання уздовж ланцюжка металевих наночастинок за допомогою збудження плазмонних коливань.

Подальший розвиток електроніки багато в чому буде пов'язаний із використанням магнітних наночастинок. Про це свідчать численні роботи зі спінтроники. Взагалі кажучи, другу половину ХХ і початок ХХІ ст. вважають ерою мікро- та наноелектроніки. У цей період у світі відбулася технологічна революція, що зумовила розвиток цифрових та інформаційних технологій і появу спінтроники. Завданням спінтроники (спінової електроніки, або магнетоелектроніки) є створення приладів, в основу роботи яких покладені властивості електронних спінів. Це нове поле науки й технологій, на якому для розроблення нових функціональних пристроїв застосовуються властивості як заряду, так і спіну електрона [10]. Початок нової електроніки, яка заснована на фізичних ефектах, зумовлених спіном, відносять до 1988 р., коли було відкрито явище гігантського магнітоопору (ГМО). А.Ферт і П. Грюнберг (учені, які його відкрили) сформулювали визначення гігантського магнітоопору як квантово-механічного ефекту, що спостерігається в металевих плівках із послідовних феромагнітних і провідних немагнітних шарів і полягає у значній зміні електричного опору таких структур при зміні взаємного напрямку намагніченості сусідніх магнітних шарів під дією зовнішнього магнітного поля. В основі ефекту, як виявилось, лежить розсіяння електронів, яке залежить від напрямку спіну. У 2007 р. за це відкриття А.Ферт і П. Грюнберг одержали Нобелівську премію з фізики. Нобелівський комітет особливо підкреслив значущість їхньої роботи: «Відкриття гігантського магнітоопору відчинило двері до безлічі нових наукових та технологічних можливостей. Історія ефекту ГМО наочно демонструє, як абсолютно несподіване наукове відкриття може дати поштовх до розвитку зовсім нових технологій та створення нових комерційних продуктів». Нині дослідження зі створення та застосування ГМО-елементів інтенсивно проводяться в багатьох країнах світу, зокрема й Україні [1; 2; 9]. Розроблено кілька конфігурацій систем із ГМО: багат шарові структури, гранульовані сплави, спінові клапани.

Магнітні властивості наночастинок можуть виявитися дуже корисними і при створенні квантових комп'ютерів.

Можна виділити кілька груп фізичних явищ, які можуть знайти застосування у спінтроніці: залежність електричного опору однорідних матеріалів від зовнішнього магнітного поля; гігантський магнітоопір у шаруватих структурах із послідовними шарами з феромагнітних і парамагнітних (або антиферомагнітних) металів, у гранульованих структурах; тунельний магнітоопір у шаруватих структурах із феромагнітного металу, розділеного прошарком парамагнітного (або антиферомагнітного) діелектрика; інжекція поляризованих по спіну носіїв струму з феромагнітного матеріалу в немагнітний; взаємний вплив магнетизму і щільності різних носіїв заряду у феромагнітних напівпровідниках.

Останнім часом особливий інтерес викликає дослідження магнітних наночастинок. При зміні розмірів, форми, складу й будови наночастинок можна керувати магнітними характеристиками матеріалів на їх основі [4].

Магнітні наночастинки широко поширені у природі й зустрічаються в багатьох біологічних структурах. У зв'язку з унікальними магнітними властивостями, що проявляються в наночастинках, з'явилося багато шляхів їх наукового та технічного застосування. Магнітні наночастинки використовують у системах збереження інформації, магнітних нанопристроях, медичній діагностиці та для створення нанороботів.

Особливі властивості мають частинки, упроваджені в різні матриці: полімерні, цеолітні та інші. Уперше магнітні характеристики матеріалу, що складається з немагнітної твердої діелектричної матриці й розподілених у ній магнітних наночастинок (3–10 нм), були описані в 1980 році. За останні роки в області розробки магнітних наноматеріалів відбулися зміни, які, без перебільшення, можна назвати революційними. Це пов'язано як із розробкою ефективних методів отримання та стабілізації магнітних частинок нанометрових розмірів, так і з розвитком фізичних методів дослідження таких частинок [5].

При завершенні розгляду розділу «магнетизм» можна ознайомити студентів із глобальним проектом, метою якого є цілеспрямований синтез спеціально спроектованих магнітних молекул на підставі квантово-механічного моделювання з використанням методу Монте-Карло (алгоритм Метрополіс), результати якого можна безпосередньо порівнювати з експериментом [8]. Перспективною галуззю практичного застосування цього проекту є створення високоінтегрованих модулів пам'яті й мініатюрних магнітних вимикачів. Прогнозується і найактуальніша область застосування – локальна хіміотерапія пухлин.

У розділах «**Оптика**» і «**Атомна і ядерна фізика**» викладається матеріал, який носить інтеграційний характер.

При вивченні класичних тем хвильової оптики, під час розгляду явищ, що відбуваються в тонких плівках, на дифракційних ґратках, у кристалах і розчинах солі, цукру, слід зробити наголос на співвимірності фізичних

об'єктів, розміри яких визначаються нанометрами з довжинами хвиль електромагнітного випромінювання. Отже, у викладача з'являється можливість показати важливість фізичних висновків для сучасних прикладних задач.

Розділ, пов'язаний із інтерференцією та дифракцією світла набагато краще засвоюється студентами, якщо супроводжувати викладання матеріалу інформацією про такі прикладні аспекти досліджуваних явищ, як просвітлення оптики, отримання 3D зображень тощо.

Студентам важливо знати фізичні принципи, що лежать в основі оптоволоконних технологій, без яких неможливо уявити сучасну якісну передачу великих обсягів інформації.

При вивченні тем, пов'язаних із геометричною оптикою, слід приділити увагу нанолінзам, які виробляються для військових і цивільних потреб та телевізійних екранів, створених на основі лінз Френеля [12].

Протягом усього курсу «фізики атома і атомного ядра» є можливість демонструвати студентам зв'язок між атомною фізикою й сучасними досягненнями нанотехнологій.

У 1924 році французький фізик Луї де Бройль висунув гіпотезу про хвильову природу мікрооб'єктів, яка була експериментально підтверджена в 1927 році. Отже, була показана аналогія, яка дозволила побудувати електронний мікроскоп за законами оптики.

При вивченні тунельного ефекту слід указати, що на його основі були пояснені раніше незрозумілі процеси, що спостерігалися експериментально. Це стало основою атомної науки й техніки, у тому числі нанотехнологій. У 1981 році Герд Бінніг і Хайнріх Рорер, учені зі швейцарського відділу фірми IBM, створили скануючий тунельний мікроскоп, – прилад, що дозволяє діяти на речовину на атомному рівні. За допомогою тунельного мікроскопу стало можливим переміщувати атоми з одного місця на інше, маніпулювати ними і, теоретично, збирати з них будь-який предмет. У 1986 році вченим було присуджено Нобелівську премію.

Цікавим використанням лазерів є лазерний пінцет – оптичний прилад, що дозволяє утримувати й переміщати в просторі мікро- і нанорозмірні об'єкти, захоплені в перетяжку (фокус) лазерного променя [11].

Студенти повинні не тільки брати до уваги нову інформацію, а й у кожному випадку добре розуміти фізичну сутність досліджуваного явища або роботи того чи іншого приладу.

При вивченні тем, пов'язаних із математичним апаратом, що використовується для описання явищ мікросвіту, студенти вперше отримують початкові відомості про апарат квантової механіки. Математичні методи квантової механіки широко використовуються у квантовій хімії, у квантовій електроніці, при обробці даних рентгеноструктурного аналізу у кристалографії, актуальність якої в сучасному приладобудуванні, орієнтованому на використання рідких кристалів, напівпровідникових

матеріалів та інших наноб'єктів, важко заперечувати. При вивченні цих тем є доречним згадати про досягнення фармацевтичної промисловості, що створює лікарські препарати різних поколінь і які впливають на організм саме на молекулярному або на нанорівні.

На останній лекції з курсу загальної фізики, присвяченій огляду досягнень фізики, слід приділити також увагу й сучасному стану нанотехнологій.

З метою забезпечення матеріально-технічної та науково-методичної бази для викладання основ нанотехнологій при провідних вищих навчальних закладах регіону доцільно створювати освітньо-наукові центри нанотехнологій.

Освітньо-науковий центр нанотехнологій – це навчально-консультативне та інформаційно-координаційне об'єднання, що здійснює роботу із супроводу навчальної і науково-дослідної діяльності у вищих та загальноосвітніх навчальних закладах регіону, а також трансфер результатів науково-дослідної роботи в соціально-економічну сферу.

Основними завданнями діяльності подібних освітньо-наукових центрів нанотехнологій мають бути:

- створення бази наукових та науково-методичних ресурсів для вивчення основ нанотехнологій, забезпечення їх доступності для галузі освіти;
- забезпечення можливості проведення загальноосвітніми та вищими навчальними закладами регіону навчального фізичного експерименту під час навчання сучасної фізики та основ нанотехнологій;
- підвищення рівня комерціалізації створеної наукової та науково-методичної продукції і послуг, управління об'єктами інтелектуальної власності;
- трансфер інноваційного наукового та науково-методичного продукту, створеного співробітниками Центру в соціально-економічну сферу.

Головними напрямками роботи Центру є:

- вивчення та узагальнення вітчизняного, європейського та світового досвіду вивчення нанотехнологій у закладах освіти;
- формування інформаційної, навчально-методичної, наукової бази джерел відповідно до профілю діяльності Центру;
- розроблення та апробація інноваційного навчально-методичного забезпечення вивчення основ нанотехнологій у загальноосвітніх та вищих педагогічних навчальних закладах;
- забезпечення трансферу результатів науково-дослідної діяльності співробітників університету в навчальний процес;
- залучення дослідницьких грантів, підготовка проектних пропозицій, подання запитів із метою отримання індивідуальних (колективних) грантів співробітниками Центру, у тому числі на наукові дослідження, стажування;

- створення умов ефективної взаємодії Центру з органами управління освіти регіону та закладами-партнерами;

- організація та проведення конференцій, семінарів, тренінгів, майстер-класів для вчителів загальноосвітніх навчальних закладів, викладачів ВНЗ I–II рівня акредитації та педагогічних ВНЗ та інших заходів наукового та навчально-методичного характеру різного рівня;

- організація та здійснення інформаційно-роз'яснювальної роботи серед академічної спільноти, освітян, місцевої громади відповідно до профілю діяльності Центру про необхідність підготовки кадрів в області нанотехнологій.

Так, у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С. Макаренка при навчально-науковій лабораторії інноваційних технологій викладання фізики, науково-дослідній лабораторії тонких плівок та навчально-науковій лабораторії композиційних матеріалів створено такий Навчально-науковий центр нанотехнологій.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Показано, що вирішення проблеми підвищення якості навчання дисциплін природничо-математичного циклу у вітчизняних вищих навчальних закладах, пов'язане з оновленням їх змісту. Зокрема, показано, що внесення питань сучасної фізики та нанотехнологій у курс загальної фізики допомагає в більш поглибленому розумінні студентами прикладних аспектів сучасної науки та встановленню наукового світогляду, що сприятиме формуванню відповідних фахових компетенцій майбутнього випускника.

Констатовано необхідність включення понять сучасної науки та нанотехнологій у загальний перелік фундаментальних фізичних термінів і уявлень.

Доведено, що включення у предметний матеріал конкретних питань, пов'язаних із сучасною фізикою та нанотехнологіями дозволяє вирішити низку завдань:

1) для студентів популярне нині слово «нанотехнології» наповнюється конкретним змістом, таким чином формується технічна культура у використанні термінології;

2) конкретні моделі, які є фундаментальними в курсі загальної фізики, та ілюструють фізичний зміст даних фізичних явищ, набувають підвищеної значимості, оскільки показують зв'язок знань, отриманих у межах дисципліни, що вивчається, з вимогами часу;

3) поліпшується цільова підготовка кадрів для актуальних напрямів виробництва вищими навчальними закладами, які залучені в розвиток пріоритетних наукових напрямів, визначених державними програмами.

У ході дослідження з'ясовано, що при ВНЗ доцільно створювати й розвивати регіональні центри наоосвіти з метою забезпечення матеріально-технічної та науково-методичної бази для викладання основ

нанотехнологій та супроводу навчальної та науково-дослідної діяльності вищих та загальноосвітніх навчальних закладів, а також трансферу результатів науково-дослідної роботи в соціально-економічну сферу регіону. Створення аналогічних центрів у галузі нанотехнологій на ринку освіти України є аналогом навчальних наноцентрів, охоплених єдиною мережею обміну інформацією.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дехтярук, Л. В., Проценко, І. Ю., Черноус, А. М. (2008). Гігантський магнеторезистивний ефект у магнетних полікристалічних мультишарах. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*, 6, 1–8. (Dekhtiaruk, L. V., Protsenko, I. Yu., Chornous, A. M. (2008). Giant Magnetoresistive Effect in Magnetic Polycrystalline Multishears. *Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies*, 6, 1–8).

2. Проценко, І. Ю., Чешко, І. В., Одноворець, Л. В., Кондрахова, Д. М., Пилипенко, О. В., Шабельник, Ю. М., Власенко, О. В. (2013). Магнеторезистивні та магнетооптичні властивості плівкових систем із можливим спін-залежним розсіянням електронів. *Успехи фізики металлов*, 14, 229–257 (Protsenko, I. Yu., Cheshko, I. V., Odnodvoretz, L. V., Kondrakhova, D. M., Pylypenko, O. V., Shabelnyk, Yu. M., Vlasenko, O. V. (2013). Magnetoresistive and magnetoprotective properties of film systems with possible spin-dependent scattering of electrons. *Advances in the physics of metals*, 14, 229–257).

3. Салтикова, А. І. Завражна, О. М. (2016). Проектування знань з основ нанотехнологій в професійну діяльність майбутнього вчителя фізики. *Наукові записки, Вип. 9. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч. 1*, 143–150. Кіровоград: КДПУ ім. В. Винниченка (Saltykova, A. I., Zavrzhna, O. M. (2016). The design of knowledge from the fundamentals of nanotechnology into the professional activities of the future physics teachers. *Proceedings, Issue 9. Series: Problems of Methodology of Physical-Mathematical and Technological Education, Part 1*, 143–150. Kirovohrad: KSPU named after V. Vynnychenko).

4. Баранов, Д. А., Губин, С. П. (2009). Магнитные наночастицы: достижения и проблемы химического синтеза. *Радиоэлектроника, наносистемы, информационные технологии*, 1, 129–147 (Baranov, D. A., Hubin, S. P. (2009). Magnetic nanoparticles: achievements and problems of chemical synthesis. *Radio electronics, nanosystems, information technology*, 1, 129–147).

5. Губин, С. П., Кокшаров, Ю. А., Хомутов, Г. Б., Юрков, Г. Ю., (2005). Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства. *Успехи химии*, 74, 539–574 (Hubin, S. P., Koksharov, Yu. A., Khomutov, H. B., Yurkov, H. Yu. Magnetic nanoparticles: preparation, structure and properties. *Chemistry successes*, 74, 539–574).

6. Елецкий, А. В., Смирнов, Б. М. (1995). Фуллерены и структуры углерода. *Успехи физических наук*, 9, 977–1009 (Yeletskii, A. V., Smirnov, B. M. (1995). Fullerenes and carbon structures. *Successes physical sciences*, 9, 977–1009).

7. Климов, В. В. (2008). Наноплазмоника. *Успехи физических наук*, 178, 875–880 (Klimov, V. V. (2008). Nanoplasmonics. *Successes of physical sciences*, 178, 875–880).

8. Попов, А. М. (2009). *Вычислительные нанотехнологии: учебное пособие*. М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ им. М. В. Ломоносова; МАКС Пресс (Popov, A. M. (2009). *Computational nanotechnology: a study guide*. М.: The publishing department of the Faculty of Computer Science of the Moscow State University named after M. V. Lomonosov; MAX Press).

9. Троянчук, И. О., Бушинский, М. В., Добрянский, В. М., Никитин, А. В., Лобановский, Л. С., Еременко, В. В., Сиренко, В. А. (2013). Условие большого магнеторезистивного эффекта в кобальтитах со структурой перовскита. *Физика низких температур*, 39, 1215–1220 (Troianchuk, I. O., Bushynskii, M. V., Dobrianskii, V. M., Nikitin, A. V., Lobanovskii, L. S., Yeremenko, V. V., Sirenko, V. A. (2013). The condition of a large magnetoresistive effect in cobaltites with a perovskite structure. *Physics of low temperatures*, 39, 1215–1220).
10. Ферт, А. (2008). Происхождение, развитие и перспективы спинтроники. *Успехи физических наук*, 178, 1336–1348 (Firth, A. (2008). Origin, development and prospects of spintronics. *The successes of the physical sciences*, 178, 1336–1348).
11. Шахно, Е. А. (2012). *Физические основы применения лазеров в медицине*. Санкт-Петербург: НИУ ИТМО (Shakhno, E. A. (2012). *Physical principles of the use of lasers in medicine*. St. Petersburg: NRU ITMO).
12. Lin, J., Genevet, P., Kats, M. A., Antoniou, N., Capasso, F. (2013). Nanostructured Holograms for Broadband Manipulation of Vector Beams. *Nano Letters*, 13, 4269–4274.
13. Meng, Z., Han, Y., Wang, L. N., Xiang, J. F., He, S. G., Chen, C. F. (2015). Stepwise Motion in a Multivalent [2](3) Catenane. *Journal of the American chemical Society*, 137, 9739–9745.
14. Oakes, L., Westover, A., Mares, J. W., Chatterjee, S., Erwin, W. R., Bardhan, R., Weiss, S. M., Pint, C. L. (2013). Surface engineered porous silicon for stable, high performance electrochemical supercapacitors. *Scientific Report*, 3. Retrieved from: <https://www.nature.com/articles/srep03020>.
15. Prinz, V. Y. (1996). Nanoscale engineering using controllable formation of ultra-thin cracks in heterostructures. *Microelectronic Engineering*, 30, 439–442.
16. Rozenbaum, V. M., Dekhtiar, M. L., Sheng Hsien Lin, Trakhtenberg, L. I. (2016). Photoinduced diffusion molecular transport. *The Journal of Chemical Physics*, 145, 64–110.
17. Wang, J., Ma, H.-M., Liu, Y. (2016). $SC_{20}C_{60}$: a volleyballene. Retrieved from: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/nr/c5nr07784b#!divAbstract>

РЕЗЮМЕ

Завражняя Елена, Одноворец Лариса, Пасько Ольга, Салтыкова Алла. Методика формирования у студентов знаний о состоянии современной физики и нанотехнологий.

XX век стал переломным в развитии системы образования. Изменились подходы к целям и задачам, которые она решает. Появилась потребность в отображении достижений современной науки в образовании. Широкие возможности для реализации этой задачи имеет физика как учебная дисциплина в высших учебных заведениях (ВУЗ). Работа посвящена освещению методических аспектов формирования у студентов знаний о развитии современной физики и нанотехнологий при обучении физики в высших учебных заведениях. Показано, что потенциал физики, кроме знания профессии, может обеспечить формирование современного научного мировоззрения и улучшить целевую подготовку кадров для актуальных направлений производства.

Ключевые слова: система образования, современная наука, физика, нанотехнологии, методические аспекты, формирование, студенты, методика обучения.

SUMMARY

Zavrazhna Olena, Pasko Olha, Odnodvoretz Larysa, Saltykova Alla. Methods of forming students' knowledge about the state of modern physics and nanotechnology.

Scientific and technical progress, which is based on achievements of physics, has fundamentally changed society. The 20th century has become a turning point in the development of the education system. Approaches to the goals and objectives that it solves have changed. There is a need to reflect the achievements of modern science in education. The opportunity for the realization of this task is physics as an academic discipline in higher education. It should be the main source of information on these issues for students. The selection of the material of the achievements of modern physics and nanotechnology is defined professional orientation. Selected issues need to be included in certain sections of physics and special courses. The work is devoted to highlighting of the methodological aspects of formation at students of knowledge about the state of modern physics and nanotechnology while learning physics in higher education institutions. It is revealed that the potential of physics, except knowledge of specialty, can provide formation of modern scientific outlook and improve target training of personnel for the actual directions of production. It is shown that solution of the problem of improving the quality of studying the disciplines of the natural-mathematical cycle in the domestic higher education institutions is related to the updating of their content. It is stated that there is a need to include concepts of modern science and nanotechnologies in the general list of fundamental physical terms and concepts. It was proposed a method of introducing some questions of modern physics and nanotechnology into the course of general physics and given concrete examples of its implementation. It is shown that this contributes to a more in-depth understanding by students of the applied aspects of modern science and the establishment of a scientific outlook, and in general, formation of the relevant professional competences of the future graduate. In the course of the study it was found out that in higher educational establishments it is expedient to create and develop regional centers of nano-education in order to provide material and technical and scientific-methodological basis for training of modern physics and foundations of nanotechnology and to support the educational and research activity of higher and secondary education institutions, as well as the transfer of research results in the socio-economic area of the region.

Key words: education system, modern science, physics, nanotechnology, methodological aspects, formation, students, teaching method.

УДК 378.016:37.091.12:78:071.4-051

Інна Заярна

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ORCID ID 0000-0002-9464-096X

DOI 10.24139/2312-5993/2018.01/208-225

НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОГО АРГУМЕНТОВАНОГО ПИСЕМНОГО МОВЛЕННЯ СТУДЕНТІВ ЮРИДИЧНОГО ПРОФІЛЮ: ПСИХОЛІНГВІСТИЧНИЙ АСПЕКТ

У статті вивчаються психолінгвістичні особливості навчання англійського аргументованого писемного мовлення студентів-юристів. Автор розглядає писемне мовлення як вид мовленнєвої діяльності та визначає його ключові характеристики. У статті досліджується питання про діалогічну та ситуативну природу письмового