

УДК 539:548-1:372.8

**О.М. Царенко**

*Кіровоградський державний педагогічний університет  
мені Володимира Винниченка*

## **ДО ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ СТУДЕНТАМИ ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

*Досліджено впровадження в освітній процес середніх на вищих навчальних закладів знань про наноматеріали та нанотехнології. Показано, що використання наноматеріалів в сучасних наукових дослідженнях, технологіях одержання нових конструкційних матеріалів є основою стратегічного розвитку держав. Це пов'язано з тим, що в нанодіапазоні кардинально змінюються фізичні та хімічні властивості речовин. Нанотехнології об'єднують фізику, хімію, біологію, екологію та інші науки, а глибоке вивчення наноматеріалів дає надії очікувати на появу нових явищ та ефектів, нових фундаментальних властивостей. Розглянуто низку проблем, пов'язаних із проведенням ефективної наукової, науково-технічної та інноваційної політики в Україні.*

*Розроблена навчальна програма курсу «Наноматеріали та нанотехнології» для студентів вищих педагогічних навчальних закладів, розкрита його структура та зміст. На основі модульної технології навчання розроблена комплексна система контролю та самоконтролю знань студентів з курсу «Наноматеріали та нанотехнології» з використанням віртуального навчального середовища Moodle.*

**Ключові слова:** *наноматеріали, нанотехнології, навчальний курс, навчальна програма, модульна технологія навчання, навчальне середовище.*

*Актуальність дослідження і постановка проблеми.* Увесь світ визнає, що майбутнє нашої цивілізації залежить від стану освіти, розвиток якої стає пріоритетом. Не даремно реформи світової вищої освіти окрім структурної перебудови, пов'язані з серйозним коригуванням питань змісту навчальних програм, розподілом навчального часу, посиленням науково-дослідної роботи студентів.

Реформування вітчизняної системи вищої освіти спричинене прагненням України до створення привабливої та конкурентоспроможної національної системи освіти, інтегрованої в Європейську систему вищої освіти, що визначено Законом «Про вищу освіту» та Стратегією реформування вищої освіти в Україні до 2020 року [5, 11]. Так, за дефініцією з тезаурусу Закону України «Про вищу освіту» «...зміст вищої освіти – це обумовлена цілями і потребами суспільства система знань, умінь і навичок, професійних, світоглядних, громадянських якостей особистості майбутнього фахівця, сформована в процесі навчання з урахуванням перспектив розвитку суспільства, науки, техніки, технологій, культури та мистецтва».

Суть змісту вищої освіти, змістового наповнення навчальних курсів завжди були і залишаються важливою проблемою дидактики вищої школи і методик викладання окремих дисциплін [2, 7, 9]. Фізико-математичну університетську освіту завжди характеризували пріоритети теоретичних знань з фундаментальних наук. При цьому головну академічну особливість університету, у тому числі й педагогічного, можна

визначити як систематичне вивчення фундаментальних основ наук, що неможливе без залучення студентів до процесу наукових досліджень.

Освітньо-професійна програма магістерської підготовки за спеціальністю 8.04020301 Фізика\* відповідає освітньо-кваліфікаційній характеристиці магістра педагогічної освіти, яка має дві складові: освітню та науково-дослідницьку. Освітня частина забезпечується соціально-гуманітарною, психолого-педагогічною та фаховою підготовкою, які зорієнтовані на поглиблене розуміння професійних проблем, а науково-дослідницька частина цієї підготовки зорієнтована на беззаперечне залучення магістрантів до науково-дослідної роботи, що проводиться на випускових кафедрах та на підготовку і захист магістерської роботи, яка є кваліфікаційним науково-практичним доробком, що містить науково обґрунтовані теоретичні чи експериментальні результати, висновки та рекомендації і має засвідчити спроможність студента самостійно проводити наукові дослідження в обраній галузі знань. Удосконалення професійної підготовки студентів-магістрантів є актуальним також через впровадження компетентнісного підходу як методології професійної підготовки [8].

*Аналіз результатів виконаних досліджень.* Відомо, що американському фізику Едварду Теллеру належить вислів: «Той, хто раніше опанує нанотехнологіями, займе провідне місце в техносфері майбутнього» [6]. Тому не дивно, що одним із елементів реформи шкільної освіти у розвинених державах світу є впровадження в програми середніх шкіл основ нанотехнологій. Через те, що нанотехнології об'єднують в собі фізику, хімію, біологію та інші предмети, то ставиться вимога, що ці дисципліни необхідно викладати не окремо, а комплексно [4]. З цією метою запроваджуються програми підвищення кваліфікації для вчителів природничих дисциплін, які орієнтовані на шкільну і навіть на дошкільну освіту, а також на широку пропаганду ідей нанотехнології для всього суспільства.

2009 р. в Україні прийнята Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали», метою якої є створення наноіндустрії шляхом забезпечення розвитку її промислово-технологічної інфраструктури, використання результатів фундаментальних та прикладних досліджень, а також підготовки висококваліфікованих наукових та інженерних кадрів [9]. Тому певні фундаментальні дослідження з проблем нанотехнологій ведуться і в Україні. Інтенсивність наукових досліджень з нанотехнологій характеризується ростом наукових публікацій [1, 9]. Нині понад 20 міжнародних журналів присвячені виключно наноматеріалам і нанотехнологіям. Крім того, всі матеріалознавчі журнали публікують статті з наноматеріалів і нанотехнологій. З'являються нові монографії, збірники праць, навчальні посібники, присвячені різним проблемам нанотехнологій, у тому числі й методичним аспектам викладання основних понять нанотехнологій в середній школі [1, 3, 4]. Однак, жоден Галузевий стандарт вищої педагогічної освіти не передбачає обов'язкового вивчення нанотехнологій.

*Постановка завдання.* Виходячи із викладеного вище, метою цієї роботи є аналіз особливостей фундаментальної підготовки магістрів за спеціальністю 8.04020301 Фізика\* в педагогічних університетах та обґрунтування доцільності вивчення сучасних нанотехнологій фізиками-магістрами.

У дослідженні використано методи аналізу, узагальнення, систематизації та ймовірносно-статистичні методи.

*Виклад основного матеріалу.* За останні два десятиліття нанотехнології стали стратегічним індустріальним напрямком. До матеріалів в наностані проявляється величезний інтерес у зв'язку з реальною можливістю практичної реалізації їх унікальних властивостей в різноманітних галузях науки і техніки. В даний час більше 50 країн ведуть дослідження і розробки в галузі нанотехнологій і не менше 30 країн мають свої національні програми в цій галузі [9].

Варто відзначити, що за унікальні результати досліджень в галузі наноматеріалів, нанотехнологій і наноелектроніки було присуджено шість Нобелівських премій. За багатьма прогнозами саме розвиток нанотехнологій визначить вигляд XXI століття, подібно до того, як відкриття атомної енергії, винахід лазера, транзистора і комп'ютера визначили вигляд XX століття.

Насправді розвиток нанотехнологій в усьому світі (і в Україні в тому числі) гальмується із двох причин: відсутність достатньої кількості фахівців та недосконалість матеріально-технічної бази [9]. Тому необхідність викладання основ нанотехнологій уже в шкільних курсах визначається необхідністю професійної орієнтації учнів з подальшим навчанням їх в університетах, які можуть забезпечити підготовку фахівців на рівні сучасного розвитку науки і техніки.

В Україні також відбувається реформування шкільної освіти, створюються нові освітні стандарти, оновлюються та переглядаються навчальні програми, з'являються нові підручники, однак питання вивчення нанотехнологій на шкільному рівні залишається невизначеним.

Не зважаючи на це, значна кількість педагогічних університетів вводить до навчальних планів природничо-математичних спеціальностей дисципліни, пов'язані з вивченням наноматеріалів і нанотехнологій, що є і логічним, і вкрай необхідним, оскільки саме майбутні вчителі фізики, хімії, технологій мають забезпечити знайомство школярів з сучасною картиною мікро- та наносвіту, з методами керування нанооб'єктами і пов'язаними з ними явищами, що і складає суть нанотехнологічного підходу в освіті, залучення учнів в інтелектуальну сферу виробництва нових знань і технологій.

Слід відзначити, що «Нанотехнології» як навчальна дисципліна більше десяти років викладається в багатьох вітчизняних технічних університетах, однак жоден університет України не веде планомірної підготовки фахівців з нанотехнологій. Очевидних причин тут декілька: недостатня база знань та підготовлених фахівців; недостатня матеріально-технологічна та інструментальна база; висока вартість новітнього технологічного обладнання і сировини [3, 7, 9].

І все ж, кафедрою фізики та методики її викладання нашого університету для освітнього рівня магістр спеціальності 8.04020301 Фізика\* введено навчальну дисципліну «Наноматеріали та нанотехнології» загальним обсягом 210 годин. У першу чергу, даний курс дозволяє розширити та поглибити уявлення студентів про вплив розмірів атомних структур на їх різноманітні властивості (механічні, електричні, магнітні, оптичні); доводить, що процес пізнання нескінченний в силу нескінченності та різноманітності матерії, а історія наукового пізнання, зазвичай, є хвилеподібним процесом; дозволяє активізувати

знання з відповідних розділів курсів загальної фізики, фізики твердого тіла, фізики напівпровідників. Однак, при розробці навчальної програми ми виходили з того, що вона розрахована на майбутніх вчителів фізики, які в свою чергу повинні створити умови для підвищення рівня розвитку пізнавальної активності учнів. На думку багатьох науковців, які пропагують знання про нанотехнології, виходячи з особливої ролі наноматеріалів в науково-технічному прогресі, кожен випускник середньої школи незалежно від профілю, на якому він спеціалізується, повинен мати уявлення про нанонауку, наноматеріали і нанотехнології як міжпредметну природничо-наукову дисципліну. А отже, головним результатом впровадження знань про наносвіт повинна бути не тільки певна кількість переданих знань, а й формування інтересу учнів до проблем нанотехнологій, розвиток їх мислення, сприяння формуванню уявлень про фундаментальну єдність природничих наук. При цьому неухильно повинні виконуватись найважливіші дидактичні принципи: діалектична єдність науковості та доступності, систематичність і послідовність, реалізація міжпредметних зв'язків тощо. Відповідно і майбутній учитель природничих дисциплін повинен бути готовим до забезпечення цих вимог.

Навчальна програма дисципліни «Наноматеріали та нанотехнології» передбачає вивчення студентами наступних тем:

- Визначення нанотехнологій. Короткі історичні відомості. Основні концепції розвитку нанотехнологій. Термінологія та базові поняття.
- Фізико-хімічні основи нанотехнологій. Основні типи наноматеріалів. Прилади і методи дослідження нанооб'єктів і наноструктур.
- Уведення в фізику наносистем: низькорозмірні структури, фізичні принципи нанопристроїв. Наноелектроніка.
- Основи квантової оптики.
- Молекулярна електроніка. Спінтроніка. Надпровідність та феромагнетизм в наномасштабі.
- Наноінженерія. Нанобіотехнології.
- Методика викладання знань про нанотехнології для учнів молодшої, основної та профільної школи.

При вивченні дисципліни «Наноматеріали та нанотехнології» ми особливу увагу звертаємо на квантову природу властивостей наночастинок. Відповідно, незвичайні та надзвичайно різноманітні властивості наноматеріалів – структурні, електричні, механічні тощо – визначають досить широкі можливості їх практичного застосування. Поряд з безліччю переваг нанотехнологій, вже на сучасному (далеко недосконалому) етапі їх розвитку виникають певні застереження щодо їх масового впровадження:

- невидимість нанотехнологій при їх використанні ускладнює контроль і відстеження їх наслідків;
- швидкі темпи розвитку нанотехнологій ускладнюють прогнозування, особливо в довгостроковій перспективі, їх можливих наслідків і прийняття відповідних заходів;
- застосування нанотехнологій у військових цілях може вступати в конфлікт з правами людини.

Дуже бажано, щоб всі ці проблеми були обговореними в рамках вивчення даного навчального курсу.

Однією з важливих особливостей курсу є його політехнічна спрямованість, конкретна демонстрація досягнень фізичної науки в новій техніці. Даний курс відповідає завданням та цілям підготовки фізиків-магістрів, сприяє формуванню цілісної картини світу в різних масштабах розмірів фізичних об'єктів. Вивчення процесів самоорганізації під час формування наноструктур і приклади використання біологічних наноструктур як елементів технології дозволяють з єдиних позицій розглядати природні і штучні наноструктури, що сприяє формуванню загального наукового світогляду.

Загальною метою вивчення магістрами фізики дисципліни «Наноматеріали та нанотехнології» є формування у них інтересу до вивчення сучасної науки про наноматеріали і нанотехнології; забезпечення розуміння її надважливого значення для різних сфер (виробничої, наукової, економічної, екологічної та соціальної). Освітня мета вивчення – забезпечення поглибленої професійної освіти, формування універсальних, профільно-спеціалізованих компетенцій; формування глибокого прогностичного розуміння фундаментальних проблем і практичних методів їх вирішення в галузі наноматеріалів і нанотехнологій; розвиток критичного мислення та обізнаності про досягнення та передові дослідження в галузі наноматеріалів і нанотехнологій в суміжних областях.

Розробляючи програму дисципліни «Наноматеріали та нанотехнології» ми розуміли, що такі обширні питання неможливо викласти лише в лекційному курсі, а тому особливу увагу приділяємо проведенню практичних та семінарських занять, самостійній роботі, проведенню консультацій. При цьому усвідомлюємо, що важливим елементом функціонування системи педагогічної освіти є, зокрема, діагностування якості освіти.

З метою розв'язання вказаних проблем автором з використанням модульного об'єктно-орієнтованого середовища дистанційного навчання Moodle реалізовано дистанційний курс навчання [12]. Концепція Moodle вважає, що основна ідея середовища не пов'язана з відмовою від традиційних форм навчання. Навпаки, можливості електронного середовища використовуються додатково до вже існуючих форм навчання, створюючи два формати навчання: змішане або дистанційне. Успішне вивчення будь-якої дисципліни залежить від безперервності процесу пізнання. Саме тому незалежне навчання як в аудиторії, так і поза її межами дуже важливе, адже студенти набувають навичок, якими можуть користуватися й у фаховій діяльності. Перевагою використання платформи Moodle є можливості створювати саме таке динамічне середовище взаємодії та співробітництва, що поєднує багато різних систем, наприклад: вебсторінки, блоги, форуми, чати, передбачає створення завдань, уроків, семінарів, тестів тощо, нарешті – дозволяє створити індивідуальну траєкторію навчання студента. Окрім того, студенти, які не змогли відвідати заняття в аудиторії, можуть ознайомитися з пропущеним матеріалом за допомогою хмарних технологій.

Отже, середовище Moodle володіє досить важливою особливістю – воно інтерактивне, що дозволяє отримати високу якість зворотного зв'язку зі студентами в процесі отримання ними знань.

Дистанційний курс навчання «Наноматеріали та нанотехнології» включає пояснювальну записку, опорні конспекти лекцій з презентаціями, контрольні питання з кожної теми, тестувальну систему для самоконтролю знань та для проведення

контрольних заходів як з кожної теми, так і для підсумкового контролю, список літератури та інтернет-ресурсів.

*Висновки.* Вища освіта завжди поєднувалась із науковими дослідженнями. Світові рейтинги університетів значною мірою визначаються обсягами і результатами наукових досліджень. Україна має значні проблеми із проведенням ефективної наукової, науково-технічної та інноваційної політики. Стан наукової, науково-технічної сфери за останні роки різко погіршився.

Освіта в сфері нанотехнологій може допомогти не тільки виростити нове покоління інженерів, менеджерів, дослідників, учителів, озброїти технічний і обслуговуючий персонал сучасними знаннями і практичними навичками, а й підготувати населення країни до нових умов проживання. Пошук методів і форм роботи з населенням – важливе завдання для освіти, особливо в умовах, коли перед суспільством виникають серйозні проблеми, пов'язані з клонуванням, створенням генномодифікованих продуктів, впливом наночастинок на середовище проживання людини і його здоров'я.

Завдяки використанню інноваційних технологій – віртуального навчального середовища нескладно максимізувати взаємодію студент-викладач та студент-студент. Використовуючи платформу Moodle, викладачі можуть створити середовище для безперервного навчання з необмеженими можливостями контролю, внесенням змін, багатократним переглядом, можливістю контролю та самоконтролю тощо.

*Перспективи подальших досліджень.* До перспективних напрямів досліджень даної проблематики ми відносимо подальшу роботу над удосконаленням компетентнісної моделі магістра і розробку технологій оцінки сформованості у випускників ВНЗ окремих професійних компетенцій.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андриевский Р. А. Информационные потоки в области нанотехнологий. / Р. А. Андриевский. // Российские нанотехнологии. – 2007. – т.2. – №11–12. –С. 6–10.
2. Андрущенко В. Модернізація педагогічної освіти України в контексті Болонського процесу. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://library.uipa.kharkov.ua/library/Documents/BolonProz/3/3\\_11.htm](http://library.uipa.kharkov.ua/library/Documents/BolonProz/3/3_11.htm)
3. Бессалова Т. В. Образование в сфере нанотехнологий. / Т. В. Бессалова, В. И. Оноприенко. // Наука та наукознавство. – 2015. – №2. – С. 113–126.
4. Зайцева О. П. Пропедевтика нанотехнологий в школе с использованием метода проектов. / О. П. Зайцева, Л. В. Моисеева. // Педагогическое образование в России. – 2012. – №1. – С. 1–4.
5. Закон України "Про вищу освіту". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>
6. Книга знаний: Беседы с выдающими мыслителями нашего времени./ Перев. с франц. Г. Наумовой. – М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 504 с.
7. Комкина Т. А. Подготовка кадров в области нанотехнологий в системе образования наиболее развитых стран. [Електронний ресурс] / Т. А. Комкина – Режим доступу до ресурсу: <http://www.mce.biophys.msu.ru/ /archive/doc57322/pdf>.
8. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи. / за заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – 112 с.
9. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти. / Б. Патон, В. Москаленко, І. Чекман, Б. Мовчан. // Вісник НАН України. – 2009. – №6. – С. 18–26.

10. Розвиток системи забезпечення якості вищої освіти в Україні: інформаційно-аналітичний огляд. / Укладачі: Добко Т., Золотарьова І., Калашнікова С. та інш.; за заг. ред. С. Калашнікової та В. Лугового. – Київ : ДП «НВЦ «Пріоритети», 2015. – 84 с.

11. Стратегія реформування вищої освіти в Україні до 2020 року. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.tnpu.edu.ua/EKTS/strate2014.pdf>

12. <http://moodle.kspu.kr.ua/enrol/index.php?id=213>

**О. Tsarenko**

*Kirovohrad Volodymyr Vynnychenko State Pedagogical University*

### THE PROBLEM OF THE STUDY NANOTECHNOLOGY STUDENTS OF PEDAGOGICAL SPECIALTIES

*Study the introduction in the educational process of secondary and higher educational institutions of knowledge about nanomaterials and nanotechnology. It is shown that the use of nanomaterials in modern scientific research, technology, production of new structural materials is the basis for the strategic development of the states. This is due to the fact that the nanoscale radically change the physical and chemical properties of the substances. Nanotechnologies combine physics, chemistry, biology, ecology, and other sciences, and a deep study of nano-materials gives hope to expect the emergence of new phenomena and effects of new fundamental properties. A number of issues related to the implementation of effective scientific, technical and innovation policy in Ukraine.*

*A curriculum of the course "Nanomaterials and Nanotechnologies" for students of higher educational establishments, revealed its structure and content. On the basis of modular technology of training has developed a comprehensive system of control and self-control of knowledge of students on the course "Nanomaterials and Nanotechnologies" using the Moodle virtual learning environment.*

**Keywords:** *nanomaterials, nanotechnology, curriculum, curriculum, modular technology education, learning environment.*

**О.Н. Царенко**

*Кировоградский государственный педагогический университет  
имени Владимира Винниченко*

### К ПРОБЛЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ СТУДЕНТАМИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

*Исследовано внедрение в образовательный процесс средних и высших учебных заведений знаний о наноматериалах и нанотехнологиях. Показано, что использование наноматериалов в современных научных исследованиях, технологиях получения новых конструкционных материалов является основой стратегического развития государств. Это связано с тем, что в нанодиапазоне кардинально изменяются физические и химические свойства веществ. Нанотехнологии объединяют физику, химию, биологию, экологию и другие науки, а глубокое изучение наноматериалов дает надежды ожидать появления новых явлений и эффектов, новых фундаментальных свойств. Рассмотрен ряд проблем, связанных с проведением эффективной научной, научно-технической и инновационной политики в Украине.*

*Разработана учебная программа курса «Наноматериалы и нанотехнологии» для студентов высших педагогических учебных заведений, раскрыта его структура и содержание. На основе модульной технологии обучения разработана комплексная система контроля и самоконтроля знаний студентов по курсу «Наноматериалы и нанотехнологии» с использованием виртуальной учебной среды Moodle.*

**Ключевые слова:** *наноматериалы, нанотехнологии, учебный курс, учебная программа, модульная технология обучения, учебная среда.*

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Царенко Олег Миколайович** – кандидат технічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Коло наукових інтересів:* методологічні дослідження навчального процесу, інноваційні педагогічні технології навчання.