

РОЗДІЛ І. ПРОБЛЕМИ ПЕДАГОГІКИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

УДК 378.147

Степан Величко¹

Orcid iD 0000-0001-5404-1359,

Володимир Іваній²

Orcid iD 0000-0002-8479-325X,

Іван Мороз²,

Юлія Ткаченко²

¹Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

²Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

ГОТОВНІСТЬ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ ДО ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ЗНАТЬ ПРО НАНОТЕХНОЛОГІЇ

На основі аналізу досвіду зарубіжних країн і вивчення реального стану викладання нанofізикотехнологічних дисциплін у педагогічних університетах України розкрито специфіку й окреслено основні складові змісту методичної підготовки майбутніх учителів фізики до навчання основ нанонаук. Сформульовано поняття «готовність майбутнього вчителя фізики до формування в учнів знань про нанотехнології», виділено основні спеціальні професійні компетентності вчителя фізики, значущі для його діяльності в галузі навчання сучасним нанотехнологічним знанням.

Ключові слова: методична підготовка, нанотехнологічні знання, нанонаука, професійні компетенції, учитель фізики.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку цивілізації безпосередньо пов'язаний із її переходом до нового VI-го технологічного укладу, який базується на досягненнях мультидисциплінарної області знань – «нанонауки» та впровадження їх у виробництво, що призвело до розвитку одного з ключових пріоритетів науково-технологічного прогресу – нанотехнології.

Розвинені країни ще на початку XX століття не лише «стартували» в напрямку розвитку нанотехнологій, але й комплексно вклали ресурси в підготовку кадрів і в інформаційне забезпечення освітнього процесу в цій новій галузі знань. Наслідком цього є швидке зростання продукції V і навіть VI технологічних укладів. В Україні, на жаль, основна продукція відноситься до III і IV технологічних укладів (57,9 % і 38 %), а на частку V і VI укладів припадає відповідно лише 4 % і 0,1 %. Причинами цього є обмеженість фінансування довгострокових нанотехнологічних програм і проектів, відсутність державної нанотехнологічної мережі, проблема підготовки відповідних кадрів, відставання освітніх програм для вишів і загальноосвітніх шкіл, відсутність різноманітних методичних джерел для популяризації знань про сучасний стан розвитку нанотехнологій і про властивості наноб'єктів. У результаті – дотепер значна частина населення та навіть фахівців і керівників державних органів та промислових підприємств не розуміє їх сутності й не бачить

можливих перспектив їх застосування, включаючи застосування на діючих виробництвах свого регіону.

Виправляти ситуацію треба комплексно, і перш за все, починати необхідно з підготовки вчителів, здатних правильно й доступно донести до сучасних учнів нові мультидисциплінарні знання. У зв'язку з цим виникає необхідність розглядати готовність педагога до формування знань про нанотехнології як обов'язкову складову частину підготовки до педагогічної діяльності в цілому. Тому доцільно говорити про вдосконалення методичної підготовки майбутніх педагогів, зокрема вчителів фізики [2, 48].

Аналіз актуальних досліджень. Проблемі готовності вчителя до формування в учнів знань про нанотехнології присвячені роботи багатьох вітчизняних (К. В. Корсак, Д. В. Касьянов, О. І. Косенко, О. М. Пустовий, О. А. Ткачова та ін.) та зарубіжних (А. Лакхтакі, Р. Монк, А. Речемім, М. Роко, П. Шенк, М. Юнкер, Р. Хамерс, Дж. Мур, Л. А. Браян, С. Далі, К. Хатчінсон, Т. А. Комкіна, Д. Н. Данилов, В. С. Семенов, Е. Н. Шигарева та ін.) учених, які вказують, що введення нанотехнологічного компонента є одним із основних напрямів реформування шкільної освіти.

Аналіз літературних джерел та педагогічного досвіду свідчать про те, що питання готовності вчителів фізики до формування в учнів знань про нанотехнології в наш час стало особливо актуальним.

Метою статті є аналіз досвіду зарубіжних країн у вивченні досягнень і впроваджень нанонауки й розкриття специфіки методичної підготовки вчителів фізики в педагогічних університетах України до формування в учнів знань про нанотехнології й нанонауки у шкільному курсі фізики.

Виклад основного матеріалу. У наш час чимало наукових установ та державних органів у всьому світі займається аналізом проблеми підготовки педагогічних кадрів до викладання нанотехнологій. Зокрема, значна увагу готовності вчителів до викладання нанотехнологій у школі приділяється в США. Так, наприклад, американські дослідники П. Шенк, М. Юнкер та ін. у результаті вивчення цієї проблеми зазначають, що однією з перешкод, що заважають учителям упроваджувати нанонауку й нанотехнології в навчально-виховний процес основної школи є невідповідність їх професійної компетентності.

На даний час існує широкий консенсус щодо необхідності врахування міждисциплінарності у викладанні нанотехнологій. Проте, як зазначає низка вчених, учителі зазвичай спеціалізуються лише в одній дисципліні. Таким чином, вони можуть відчувати невпевненість, коли справа доходить до включення до їх уроків тем із інших дисциплін. Це породжує небажання мати справу з дисциплінами, з якими вони не були знайомі, і воно може посилюватися за відсутності ґрунтовних знань у цій новій області, що наразі активно розвивається [19, 285]. З об'єктивних причин вчителі дійсно можуть не мати можливості бути компетентними в нових наукових розробках і

відкриттях у галузі нанотехнологій [17, 62]. Відповідно, щоб уникнути боязні вчителів вводити нанотехнології в школу, боязні опинитися в глухому куті, відповідаючи на питання учнів, учені висувають різні пропозиції. Наприклад, для вирішення питання професійного розвитку вчителів, П. Шенк та ін. радять організувати короткострокові науково-методичні курси, присвячені питанням нанорозмірних наук і технологіям [19, 278]. Так, Національний центр навчання і викладання (NCLT) вже створив такі літні курси для вчителів [16, 139]. Вчені Вісконсинського університету в Медісоні Дж. Томазік та ін. у статті, опублікованій у Журналі наноосвіти (Journal of Nano Education), проаналізували виконання проекту онлайн курсу нанонауки для вчителів середньої та вищої школи [17, 65]. У процесі виконання цього проекту протягом літа 2006 року 13 учасників добровільно зареєструвалися для участі у восьми тижневому курсі для отримання знань із нанонауки та нанотехнологій, а також для вивчення різноманітних ресурсів включення нанотехнологій у навчальний процес школи. Основною метою цього курсу, як зазначають науковці, було заохочення вчителів включати нанонауку й нанотехнології у процес навчання, оскільки підготовка наступного покоління фахівців у сфері нанотехнологій є основною проблемою для подальшого прогресу нанонауки [18, 51].

У межах цього курсу було використано безкоштовне програмне забезпечення для створення спільного онлайн-середовища, яке дозволило вчителям спілкуватися з колегами та науковими керівниками. Перед початком курсу учасники проекту пройшли анкетування для визначення рівня їх знань з нанонауки та нанотехнологій. Щопонеділка вводилася нова тема, і як тільки вона була пройдена, вчителі знову проходили анкетування. Дані анкетування пізніше використовувалися для оцінки результативності курсу. У кінці цієї професійної програми розвитку вчителі будували власну систему уроків із вивчення нанотехнологій, яку б вони запропонували учням. Ці уроки потім анонімно оцінювалися іншим учасниками проекту.

Як зазначають автори статті, результати такого онлайн-курсу, у плані зростання професійної компетентності та готовності вчителів-учасників проекту до включення елементів наноосвіти в навчальний процес, були дуже хорошими. Що стосується системи уроків створених учителями, то можна виділити два різних підходи. Перший підхід передбачає введення уроків, пов'язаних із нанотехнологіями, у різні розділи фізики впродовж року. Другий підхід полягає в тому, що нанотехнології будуть включені в навчальний план одним повним розділом. Зрештою, через рік учасників курсу запитали, чи викладали вони створену систему уроків з нанотехнологій своїм учням. Виявилось, що з 10 вчителів, які відгукнулися, 8 включили уроки з нанотехнологій у навчальні плани. Отже, ми бачимо, що не всі слухачі онлайн курсів виявили готовність до введення нанонауки в програми шкіл. Це ще раз підкреслює труднощі ефективної інтеграції в навчальні програми нанотехнологій [18, 51].

Існують також інші програми професійного розвитку, доступні в даний час для вчителів. Зокрема, Національний центр навчання і викладання (NCLT) організовує програму для того, щоб допомогти вчителям середніх класів інтегрувати нанонауку й нанотехнології в навчальний процес. Для підвищення кваліфікації та навчання вчителів у цьому новому для них напрямі проводиться безліч семінарів та лекційних курсів у низці університетів (Університет Вісконсін, Корнельський університет та ін.). Створюються дистанційні програми підвищення кваліфікації, які орієнтовані на шкільну і дошкільну освіту, а також на пропаганду ідей нанотехнології для всіх верств суспільства.

У межах Національної нанотехнологічної ініціативи було створено систему навчання в центрі Корнеллського університету, яка включає в себе підготовку вчителів для шкільної та дошкільної освіти, вступний курс нанотехнології для новачків, співпрацю з пересувною виставкою з нанотехнології (модульного типу) в Науковому центрі м. Ітака. Гарвардський університет пропонує освітню програму «Наносистеми та їх використання в приладах» з метою підвищення кваліфікації учнів і викладачів середньої школи, популяризації досягнень нанотехнологій (спільно з Музеєм науки в Бостоні). Ренселерський політехнічний інститут проводить учительські програми у співпраці з Музеєм Джуніор в м. Трой «Спрямована збірка наноструктур» [11, 94].

Крім того, Національний центр навчання і викладання (NCLT) пропонує програму для вчителів, яка складається з: літньої школи, де вчителі відвідують заняття з нанотехнологій; семінари дослідників в області нанотехнологій, які вчителі шкіл відвідують протягом всього навчального року; розробка уроків, які включають нанотехнології. Програма спрямована на підвищення розуміння вчителями нанорозмірних явищ і усвідомлення зв'язків між нанорозмірною наукою та традиційними дисциплінами [16, 161].

К. Хатчінсон та ін. досліджували фактори, що впливають на включення вчителями уроків з нанотехнологій до їх навчального плану. За даними цього дослідження, на вибір учителів впливало п'ять основних факторів: актуальність, мотивація учнів, негнучкість навчальної програми, зміст знань і технічне забезпечення. На нашу думку, останній пункт в українських реаліях є чи не найважливішим. Дійсно, у нас і, як виявило вказане дослідження, навіть у США матеріально-технічне забезпечення шкіл є недостатнім. Відсутність нанолабораторій не дозволяє повною мірою знайомити учнів із наноб'єктами та їх властивостями, з фізичними приладами й вимірювальними інструментами, які застосовуються в науково-дослідних нанолабораторіях і на виробництві.

Значна увага підготовці вчителів щодо викладання основ нанотехнологій приділяється і в Росії. У межах реалізації проекту «Ліга шкіл

РОСНАНО» створено навчальні програми із застосуванням дистанційних освітніх технологій для педагогів. Підвищення кваліфікації вчителів організовано по лініях підтримки нових навчальних програм і нових освітніх технологій. Система дистанційної освіти створює умови для розвитку методологічної й дослідницької компетенції педагогів через участь учителів у мережевих педагогічних дослідницьких і адаптаційних лабораторіях. У період діяльності проекту були розроблені та реалізовані програми підвищення кваліфікації у таких напрямках: нові освітні технології, розробка й адаптація навчальних посібників нового покоління, дослідницька і проектна діяльність в області природознавства, електронна школа; психолого-педагогічний супровід учнів в освітньому процесі, управління освітою. Розроблено концепцію системно-орієнтованого і індивідуально-орієнтованого супроводу, провідними елементами якого є: допомога в розробці та реалізації програм розвитку; допомога в упровадженні освітніх, навчальних та інших програм; супровід дослідно-експериментальної роботи [12, 60–62].

Проте в Україні, не дивлячись на відому Постанову Кабінету Міністрів України про розвиток нанотехнологій, на наш погляд, існує значне відставання не лише у випуску конкурентоздатної продукції нового покоління, а й у підготовці фахівців у галузі нанотехнологій, оснащенні сучасних наукових лабораторій, розробці відповідного методичного забезпечення для шкіл та вишів [10, 51; 8, 7].

Ураховуючи досвід зарубіжних країн і аналізуючи українські реалії, зазначимо, що для побудови моделі методичної підготовки вчителя до формування в учнів знань про нанотехнології за основу доцільно взяти систему компетентнісно-орієнтованої освіти. У межах компетентнісного підходу готовність до педагогічної діяльності є складовим компонентом професійної компетентності і являє собою відрефлексовану спрямованість учителя на педагогічну професію [1, 272]. Є. В. Тітов розглядає готовність до діяльності як своєрідну освітню компетенцію, що характеризується через знання, уміння, навички й досвід діяльності суб'єкта [14, 42].

Готовність учителів фізики до формування в учнів знань про нанотехнології нами визначено як особистісне утворення майбутнього педагога, що включає в себе сукупність професійних компетенцій, спрямованих на формування в учнів нанофізикотехнологічних знань і позитивної мотивації на майбутню сферу їхньої діяльності в галузі нанотехнологій.

Серед спеціальних професійних компетенцій, значущих для діяльності педагога у формуванні знань з основ нанотехнологій, ми виділяємо такі:

– здатність до формування в учнів знань з нанофізики, мотивацію до їх засвоєння, професійна спрямованість на майбутню нанофізикотехнологічну сферу діяльності;

- здатність до постійного професійного зростання, отримання нових знань у галузі основ нанонаук і нанотехнологій;
- здатність самостійно й ефективно вирішувати освітні проблеми при вивченні учнями основ нанотехнологій;
- здатність до організації діяльності учнів для роботи з високотехнологічним nanoобладнанням.

Аналіз психологічної й методичної літератури та накопиченого досвіду розробки і реалізації програм підвищення кваліфікації вчителів дозволили визначити основні характеристики кінцевого результату методичної підготовки майбутнього вчителя фізики – це формування спеціальних професійних компетенцій. Методична підготовка вчителів до навчання основам нанотехнологій засновується на:

- гуманізації (опора на загальнолюдські цінності);
- інтелектуалізації (становлення й розвиток інтелектуально-особистісних особливостей педагога в єдності із засвоєнням нових професійних знань, умінь і способів діяльності);
- гуманітаризації (установлення гармонійної рівноваги між природничо-математичною і гуманітарною підготовкою);
- фундаментальності та комплексності освіти (розширення професійної мобільності педагога).

В основу процесу методичної підготовки майбутнього вчителя фізики до роботи в сфері навчання основ нанотехнологій мають бути покладені принципи: безперервності професійної освіти, наступності, поетапності, фундаменталізації та індивідуалізації.

Зміст методичної підготовки майбутнього вчителя фізики до навчання основам нанотехнології спирається на обсяг спеціальних і предметних знань, окремі складові яких вимагають уточнення. У галузі нанофізикотехнологічних знань це стосується термінології, що використовується в сфері нанотехнологій, де ключовим поняттям є саме «нанотехнологія».

Для підвищення професіоналізму майбутніх учителів у галузі нанофізикотехнологічних знань у навчальні програми педагогічних університетів доцільно включити, як мінімум, такі питання:

- поняття нанотехнології;
- класифікація nanoоб'єктів;
- розмірні ефекти і властивості nanoоб'єктів;
- наночастинки;
- характерні особливості nanoоб'єктів;
- знайомство з методами отримання наноструктур.

Зміст теоретичної частини навчального матеріалу в структурі методичної підготовки в галузі нанофізики має включати:

- атомну будову речовини;
- елементи квантової фізики;
- фізичні принципи синтезу нанорозмірних об'єктів;
- способи візуалізації в наносвіті;
- методи дослідження властивостей нанооб'єктів;
- принципи конструювання нанопристроїв;
- структурні рівні організації речовини;
- різноманітність алотропних форм вуглецю;
- нанобіотехнології надмолекулярного рівня організації живих систем;
- поняття про нанобіомолекулярну електроніку;
- використання досягнень нанобіотехнологій у медицині;
- нанотехнології та екологія.

Особливу увагу слід приділити питанням квантової механіки як основі нанотехнологій: поняттю ймовірності; імовірнісним закономірностям; гіпотезі де-Бройля; хвильовим властивостям речовини; властивостям мікрочастинок; принципу невизначеності; квантуванню енергії; принципу суперпозиції; проходженню частинок через потенціальний бар'єр тощо.

З таких позицій оцінки досягнутого рівня професіоналізму, як сумарного показника сформованості спеціальних професійних компетенцій, ми виділяємо такі складові готовності вчителя фізики: науково-технічну, предметно-освітню та інформаційно-технологічну.

Науково-технічна включає в себе: знання основ нанофізики; шляхів і способів інтеграції контенту в галузі основ нанотехнології; основні досягнення, шляхи і проблеми використання й отримання наноматеріалів, нанопродукції; екологічні аспекти розвитку нанотехнології; володіння технікою і методикою використання вимірювальних засобів на основі нанотехнологій.

Предметно-освітня складова включає здатність до оволодіння професійно-педагогічними вміннями й навичками, необхідними для реалізації процесу викладання основ нанотехнологій і нанонаук; прагнення до творчої професійної діяльності; готовність використання досвіду вчителів-новаторів щодо забезпечення якості освітнього процесу з основ нанотехнологій, навчальних досягнень, подальшої освіти й самоосвіти.

До інформаційно-технологічної складової ми відносимо: вільне володіння основами проектування і здійснення процесу навчання учнів основам нанотехнологій; використання у своїй професійній діяльності сучасних (традиційних та інноваційних) освітніх технологій, інформаційних технологій, вимірювальних методик, що базуються на основі використання засобів нанотехнологій.

На наш погляд, розвиток nanoосвіти в державі повинен розпочинатися за підтримки координуючої дії профільних ВНЗ та їх

підрозділів, фінансової підтримки держави та діючих виробництв кожного регіону і, звичайно, з адаптування світового досвіду країн, які вже випускають конкурентоздатну продукцію нового – шостого технологічного укладу. Першочерговим завданням становлення нанотехнологічної освіти є створення й відповідне оснащення науково-освітніх нанотехнологічних центрів ВНЗ, що забезпечують підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації фахівців. Одним із перспективних інструментів досягнення мети – швидкого переходу країни до шостого технологічного укладу, є розробка вузівськими фахівцями та «виробничниками» окремих регіонів країни Дорожньої карти розвитку та комерціалізації нанотехнологій.

Висновки. На основі аналізу досвіду зарубіжних країн та стану підготовки майбутніх учителів фізики в українських вишах розкрито специфіку методичної підготовки майбутніх учителів фізики до формування в учнів знань про нанотехнології та нанонауки. Сформульовано поняття «готовність майбутнього вчителя фізики до формування в учнів знань про нанотехнології» як особистісне утворення майбутнього педагога, що включає в себе сукупність професійних компетенцій, спрямованих на формування в учнів нанофізикотехнологічних знань і їхньої позитивної мотивації на майбутню сферу діяльності в галузі нанотехнологій. Виділено основні спеціальні професійні компетентності й окреслено складові змісту методичної підготовки майбутнього вчителя фізики, значущі для формування в учнів знань про нанотехнології та нанонауки.

Перспективи подальших наукових розвідок вбачаємо в пошуці шляхів включення нанофізикотехнологічних знань у курси загальної та теоретичної фізики, які вивчаються в педагогічних університетах при підготовці майбутнього вчителя фізики до діяльності в галузі навчання основ нанонаук і нанотехнологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Губина М. В. Изучение личностной готовности педагога к профессиональной деятельности с одаренными детьми / М. В. Губина // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 8. – С. 269–273.
2. Іваній В. С. Педагогічні основи гуманізації фізичної освіти в умовах нанотехнологічного розвитку суспільства / В. С. Іваній, І. О. Мороз // *Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології : наук. журнал / гол. ред. А.А. Сбруєва*. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2015. – № 8 (52). – С. 48–54.
3. Касьянов Д. В. Філософські засади гуманізації освітнього простору в умовах нанотехнологічного розвитку суспільства / Дмитро Касьянов // *Вища освіта України : теорет. та наук.-метод. часоп.* – 2012. – № 2. – С. 43–49.
4. Комкина Т. А. Подготовка кадров в области нанотехнологий в системе образования наиболее развитых стран / Т. А. Комкина // *Сб. тезисов докладов XVI международной конференции «Математика. Компьютер. Образование» / под ред. Г. Ю. Ризниченко и А. Б. Рубина*. – М., Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. – С. 323–336.

5. Концепція Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки // Вісник Національної академії наук України. – 2009. – № 6. – С. 27–31.

6. Корсак К. В. Ноосфера, ноотехнології і вища освіта у XXI столітті / К. В. Корсак // Вища освіта України : теоретичний та науково-методичний часопис. – 2010. – № 3. – С. 18–25.

7. Косенко О. Фізика у вищій школі в умовах нанореволюції / Олександра Косенко // Вища освіта України : теорет. та наук.-метод. часоп. – 2013. – № 4. – С. 59–64.

8. Огнев'юк В. О. Багатомірна людина. Епоха трансформацій. Освіта / В. О. Огнев'юк // Неперервна професійна освіта. – 2013. – № 1–2. – С. 6–11.

9. Пустовий О. М. Значення сучасних наукових досягнень у формуванні наукового світогляду майбутніх учителів з фізики / О. М. Пустовий // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи : наукове видання / М-во освіти і науки України, НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2011. – Вип. 27. – С. 245–249.

10. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2009 р. № 1231 Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки.

11. Роко М. Перспективы развития нанотехнологий: национальные программы, проблемы образования / М. Роко. // Рос. химическ. журнал. – 2002. – № 5. – С. 90–95.

12. Семенов Ю. В. Методическая подготовка учителей в области основ нанотехнологии / Ю. В. Семенов // Вестн. Вятского гос. гуманитарного ун-та. – Вятка, 2010. – Т. 3. – С. 57–63.

13. Смалько О. А. Вивчення новинок галузі нанотехнологій у вузівських інформатичних курсах / О. А. Смалько // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2, Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : збірник наукових праць / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова ; редкол. В. П. Андрущенко (голова) [та ін.]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – Вип. 8 (15). – С. 125–129.

14. Титов Е. В. Формирование готовности старшеклассников к исследовательской деятельности в сфере экологии / Е. В. Титов // Педагогика. – 2003. – № 9. – С. 39–45.

15. Ткачова О. А. Кадрове забезпечення нанотехнологічної діяльності в Україні / О. А. Ткачова // Проблеми науки. – 2015. – № 3. – С. 2–10

16. A design-based approach to the professional development of teachers in nanoscale science / [L. Bryan, S. Daly, K. Hutchinson та ін.]. // Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans. – 2007.

17. Design and initial evaluation of an online nanoscience course for teachers / J. Tomasik, S. Jin, R. Hamers, J. Moore // Journal of Nano Education. – 2009. – № 1. – P. 48–67.

18. Hutchinson K. Supporting secondary teachers as they implement new science and engineering curricula: case examples from nanoscale science and engineering education / K. Hutchinson, L. Bryan, G. Bodner // American Society for Engineering Education. – Austin, Texas, 2009.

19. Schank P. Can Nanoscience Be a Catalyst for Educational Reform? / P. Schank, J. Krajcik, M. Yunker // Nanoethics : The ethical and social implications of nanotechnology / S. Patricia, J. Krajcik, M. Yunker. – Hoboken, NJ : Wiley Publishing, 2007. – P. 277–289.

REFERENCES

1. Hubina, M. V. (2011). Izuchenie lichnostnoi hotovnosti pedahoha k professional'noi deiatel'nosti s odarennymi det'mi [Study of the personal readiness of the teacher to professional activity with gifted children]. *Fundamental'nye issledovaniia*, 8, 269–273.

2. Ivaniy, V. S., Moroz, I. O. (2015). Pedagogichni osnovy humanizatsii fizychnoi osvity v umovakh nanotekhnolohichnoho rozvytku suspilstva [Pedagogical bases of humanization of physical education in conditions of nanotechnological development of society]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*, 8 (52), 48–54.

3. Kasianov, D. V. (2012). Filosofski zasady humanizatsii osvithnoho prostoru v umovakh nanotekhnolohichnoho rozvytku suspilstva [Philosophical foundations of the humanization of educational space in conditions of nanotechnological development of society]. *Vyshcha osvita Ukrainy*, 2, 43–49.

4. Komkina, T. A. (2009). Podhotovka kadrov v oblasti nanotekhnolohii v sisteme obrazovaniia naibolee rozvitykh stran [Training in the field of nanotechnology in the educational system of most developed countries]. In H. Yu. Ryznychenko, A. B. Rubin (Eds.), *Sb. tezysov dokladov XVI mezhdunarodnoi konferentsii «Matematika. Kompiuter. Obrazovanie»* (pp. 323–336). M., Izhevsk: Rehuliarnaia i khaoticheskaia dinamika.

5. Kontseptsiiia Derzhavnoi tsilovoi naukovo-tekhnichnoi prohramy “Nanotekhnolohii ta nanomaterialy” na 2010–2014 roky [The concept of the State target scientific and technical program “Nanotechnologies and nanomaterials” for 2010–2014 // Bulletin of National Academy of Sciences of Ukraine] (2009). *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*, 6, 27–31.

6. Korsak, K. V. (2010). Noosfera, nootekhnolohii i vyshcha osvita u XXI stolitti [The noosphere, naotechnology and higher education in the twenty-first century]. *Vyshcha osvita Ukrainy*, 3, 18–25.

7. Kosenko, O. (2013). Fyzyka u vyshchii shkoli v umovakh nanorevoliutsii [Physics in higher school in conditions of nanorevolution]. *Vyshcha osvita Ukrainy*, 4, 59–64.

8. Ohneviuk, V. O. (2013). Bahatomirna liudyna. Epokha transformatsii. Osvita [Multidimensional person. The age of transformation. Education]. *Neperervna profesiina osvita*, 1–2, 6–11.

9. Pustovyi, O. M. (2011). Znachennia suchasnykh naukovykh dosiahnen u formuvanni naukovoho svitohliadu maibutnikh uchyteliv z fizyky [The value of modern scientific achievements in the formation of the scientific worldview of the future physics teachers] *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriiia 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy*, 27, 245–249. Kyiv: Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova.

10. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 28 zhovtnia 2009 r. № 1231 Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi naukovo-tekhnichnoi prohramy «Nanotekhnolohii ta nanomaterialy» na 2010–2014 roky [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 28 October 2009 No. 1231 On approval of State target scientific and technical program “Nanotechnologies and nanomaterials” for 2010–2014].

11. Roko, M. (2002). Perspektivy rozvitiia nanotekhnolohii: natsionalnye prohrammy, problemy obrazovaniia [Prospects of nanotechnology development: national programme, problems of education] *Ros. khimichesk. zhurnal*, 5, 90–95.

12. Semenov, Yu. V. (2010). Metodicheskaia podhotovka uchitelei v oblasti osnov nanotekhnolohii [Methodological training of teachers in the area of nanotechnology foundations]. *Vestn. Viatskoho hos. humanitarnoho un-ta*, 3, 57–63.

13. Smalko, O. A. (2010). Vychennia novynok haluzi nanotekhnolohii u vuzivskykh informatychnykh kursakh [The study of innovations in the sphere of nanotechnology in the University information courses]. In V. P. Andrushchenko (Ed.), *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriiia 2, Kompiuterno-oriientovani systemy navchannia [ta in.]*, 8 (15), 125–129. – K.: Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova.

14. Tytov, E. V. (2003). Formirovanie hotovnosti starsheklassnikov k issledovatel'skoi deiatelnosti v sfere ekologii [Formation of students' readiness to research activities in the field of ecology]. *Pedahohyka*, 9, 39–45.

15. Tkachova, O. A. (2015). Kadrove zabezpechennia nanotekhnolohichnoi diialnosti v Ukraini [Staffing of nanotechnological activities in Ukraine]. *Problemy nauky*, 3, 2–10.

16. Bryan, L., Daly, S., Hutchinson, K. (2007). A design-based approach to the professional development of teachers in nanoscale science. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans.

17. Tomasik, J., Jin, S., Hamers, R., Moore, J. (2009). Design and initial evaluation of an online nanoscience course for teachers. *Journal of Nano Education*, 1, 48–67.

18. Hutchinson, K., Bryan, L., Bodner, G. *Supporting secondary teachers as they implement new science and engineering curricula: case examples from nanoscale science and engineering education*. American Society for Engineering Education. Austin, Texas, 2009.

19. Schank P., Krajcik, J., Yunker, M. (2007). Can Nanoscience Be a Catalyst for Educational Reform? In S. Patricia, J. Krajcik, M. Yunker (Eds.), *Nanoethics: The ethical and social implications of nanotechnology* (pp. 277–289). Hoboken, NJ: Wiley Publishing.

РЕЗЮМЕ

Величко С., Іваній В., Мороз І., Ткаченко Ю. Готовность будущего учителя физики к формированию у учащихся знаний о нанотехнологии.

На основе анализа опыта зарубежных стран и изучения реального состояния преподавания нанотехнологических дисциплин в педагогических университетах Украины, раскрыта специфика и определены основные составляющие содержания методической подготовки будущих учителей физики к обучению основам нанонаук. Сформулировано понятие «готовность будущего учителя физики к формированию у учащихся знаний о нанотехнологии», выделены основные специальные профессиональные компетентности учителя физики, важные для его деятельности в области обучения современным нанотехнологическим знаниям.

Ключевые слова: методическая подготовка, нанотехнологические знания, нанонаука, профессиональные компетенции, учитель физики.

SUMMARY

Velychko S., Ivanij W., Moroz I., Tkachenko Y. Readiness of the future teacher of physics to forming students' knowledge of the nanotechnology.

The article reveals the specific methodological training of physics teachers to the development of students' knowledge about nanotechnology on the basis of the analysis of experience of foreign countries. In the article the category of readiness of the teacher of physics to form nanophysics technological students' knowledge is determined as the personal formation of the future teacher that includes the totality of professional competence aimed at the development of nanophysics technological students' knowledge and their positive motivation on the future scope of activity in the field of nanotechnology.

From an assessment position of the achieved level of professionalism as an integrated indicator of formation of special professional competence the following components of the physics teacher's readiness to form nanotechnological students' knowledge are highlighted: scientific and technical, subject and educational, information and technological. Scientific and technical component includes the knowledge of nanophysics, ways and methods of integrating content in the field of nanotechnology, environmental aspects of development of nanotechnology. Subject and educational component includes the ability to master professional and pedagogical skills which are necessary for the implementation of the process of teaching nanotechnology, development of value attitude in teachers to the experience of the creative professional activities, readiness to use the experience of the

creative professional activities and development of students' positive motivation on the future scope of activity in the field of nanotechnology. Information and technological component includes the ability to master the basics of designing and implementing the learning process of students the basics of nanotechnology, using in their professional activities of Information Technologies, measuring methods based on the use of nanotechnology tools.

The prospects for further research are seen in the search of the ways of including nanophysics technological knowledge in the courses of general and theoretical physics which are studied at the pedagogical universities in preparing future physics teachers to the activities in the field of learning the basics of nanosciences and nanotechnology.

Key words: *methodological training, knowledge of nanotechnology, nanoscience, professional competences, teacher of physics.*