

Pedagogical culture of a teacher is an integrative characteristic of his high professional and pedagogical readiness to pedagogical activity, endogenous highly developed personal qualities necessary for the successful solution of pedagogical tasks.

Starting point of our discourse about the role of sacred music in the development of pedagogical culture of the future teacher was the formation of moral and aesthetic evaluation as an important means of cultural, aesthetic, moral character and spiritual world of students.

The knowledge of sacred music is a long educational process that involves motivational, cognitive, emotional and praxiological sphere. The phenomenon of Orthodox sacred music as artistic and pedagogical industry contains strong moral and aesthetic relations, text and ascetic melodies; the sound producing system of spiritual norms and values that influence the process of cultivation of the personality; providing conditions for self-development and self-realization of students in the education system and self-education based on the assimilation of the theological content of music works; positive and complex influence on the human personality and his psychophysiological, emotional, intellectual and physiological spheres.

It can be concluded about the significant influence of spiritual music on the formation of pedagogical culture of the future musical art teachers.

Prospects for further research we see in the development of a methodology for the formation of pedagogical culture of the future teacher in the conditions of the educational process of the university.

Key words: *pedagogical culture, sacred music, future teacher, educational process.*

УДК 372.853: 373.5:004

Юлія Ткаченко

ORCID ID 0000-0002-2652-2494

Ярослав Балабан

ORCID ID 0000-0003-4419-9595

Іван Мороз

ORCID ID 0000-0002-4965-1352

Олександр Стадник

ORCID ID 0000-0003-2930-0624

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

DOI 10.24139/2312-5993/2017.03/262-273

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ОСНОВ НАНОНАУК У ШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ

У статті представлені можливості використання інформаційно-комунікативних технологій у процесі навчання основ нанотехнологій. Визначено основні напрями застосування інформаційно-комунікативних технологій при викладанні нанотехнологій у загальноосвітній школі. Виділено основні види завдань для учнів при роботі з комп'ютерними моделями у процесі навчання основ нанотехнологій. Охарактеризовано сучасні навчально-методичні комплекси для вивчення нанотехнології, доступні в режимі он-лайн. Розкрито характерні особливості реалізації освітнього потенціалу інформаційно-комунікативних технологій у навчанні основ нанотехнологій.

Ключові слова: *наноосвіта, нанотехнології, інформаційно-комунікативні технології, віртуальні лабораторні роботи, комп'ютерні моделі, комп'ютерні експерименти, навчально-методичний комплекс.*

Постановка проблеми. На початку XXI століття нанотехнології стали основою для переходу розвинутих країн до шостого технологічного устрою і в їх освітньому просторі компонент технологічної і природничої освіти, основою якого є нанонауки, став домінувальним. Аналіз сучасного стану фізико-математичної і технологічної освіти в Україні вказує на значне відставання у вивченні основ нанотехнологій у школах і ВНЗ. Це зумовлює загальну низьку технологічну інформованість суспільства, а недостатня увага до розвитку nanoосвіти в Україні та запізнення з упровадженням сучасних досягнень нанонауки у промисловість може призвести до технологічної деградації економіки України й відставання в переході до шостого технологічного устрою [8].

Перехід виробництв України до використання високих технологій може бути прискорений за рахунок адаптації світового досвіду, розробки і впровадження у вітчизняний освітній простір інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) та розробки власних новітніх методик для вирішення проблем навчання основ нанонауки й нанотехнологій. Це, зважаючи на мультидисциплінарний характер нанотехнологій, зумовить покращення існуючої зараз загальної низької технологічної інформованості суспільства й зацікавленість у використанні та розвитку передових технологій.

Аналіз актуальних досліджень. Досвід минулих років показав, що впровадження (ІКТ) у навчальний процес не лише розширює спектр форм і методів організації навчання, а й веде до покращення результатів навчання учнів.

Використання інформаційно-комунікативних технологій при вивченні природничих дисциплін, зокрема, фізики у даний час є актуальним і широко висвітлюється та обговорюється на сторінках науково-методичних і педагогічних часописів. Так, В. М. Кадченко і К. О. Біла зазначають, що ІКТ сприяють формуванню позитивної мотивації до вивчення предмета [6]. О. І. Іваницький, В. М. Ковальова розглядають інформаційно-комунікативні технології як засіб управління навчальною діяльністю учнів [5]. А. В. Федоров і В. Д. Шарко розглядають комп'ютер як засіб створення віртуальних фізичних лабораторій [14]. А. Н. Петриця і С. П. Величко вказують на ефективність застосування віртуального фізичного експерименту, що не тільки моделює об'єкт вивчення, а й допомагає учням досліджувати закономірності перебігу явищ і процесів [9]. Значущість ІКТ для формування інформаційної та предметної компетентностей учнів розглядають у своїх працях Н. В. Баловсяк і О. П. Пінчук [1; 10]. В. С. Шарощенко вказує на необхідність формування в майбутніх учителів навичок застосування ІКТ при викладанні нанотехнологій [15]. Необхідність використання інформаційно-комунікативних технологій при вивченні предметів природничо-математичного циклу зазначається і в таких державних документах, як

Національна доктрина розвитку освіти, Державна національна програма «Освіта» («Україна XXI століття») тощо.

Мета статті – обґрунтування доцільності використання ІКТ при вивченні основ нанонауки й нанотехнологій у загальноосвітній школі.

Методи дослідження. Для досягнення мети дослідження були використані такі загальнонаукові методи, як теоретичний аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, систематизація й узагальнення вивчених матеріалів.

Виклад основного матеріалу. Оновлення змісту природничо-математичної освіти має відбуватися шляхом включення новітніх напрямів розвитку науки і техніки в навчальні програми загальноосвітніх навчальних закладів, зокрема основ нанотехнологій. Інтеграція основ нанотехнологій у курс шкільної фізики, у свою чергу, вимагає оновлення матеріально-технічної бази та впровадження сучасних технологій, зокрема, інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ). Запровадження освітніх інновацій сприятиме інформатизації освіти, задоволенню освітніх потреб учнів, підготовці молодого покоління до життєдіяльності в нанотехнологічному суспільстві [2; 7;13; 16].

Інформаційно-комунікативні технології навчання – це, перш за все, педагогічна технологія, що спрямована на підвищення результативності навчання за умов використання інформаційного продукту педагогічного призначення в навчально-виховному процесі [12].

Під інформаційним продуктом розуміють штучний інформаційний об'єкт певного призначення, створений за допомогою комп'ютера та комп'ютерних комунікацій за певними вимогами (стандартами) і певними правилами (технологіями). Інформаційні продукти за їх використанням можна умовно поділити на:

– інформаційні продукти, для використання яких потрібен комп'ютер (комп'ютерні моделі, анімації, відеоролики, веб-альбоми, веб-журнали, сайти, веб-енциклопедії тощо);

– професійні комп'ютерні продукти (системне та прикладне програмне забезпечення) [12].

Використання ІКТ, на думку О. Пінчук, у навчанні фізики забезпечує:

– можливість використовувати широке коло інформаційних джерел різного спрямування;

– формування компетентності та інформаційної грамотності учнів;

– оволодіння інформаційними технологіями як інструментом майбутньої професійної діяльності та загальної культури сучасної людини.

Ураховуючи міждисциплінарний характер нанотехнологій, методи дослідження нанооб'єктів, форми організації навчальної діяльності (традиційні уроки та віртуальні лабораторні роботи, творчі конкурси та захисти проектів, екскурсії на виробництво й науково-технічні виставки

тощо) та методи навчання (метод проектів, інтерактивні методи, методи проблемно-пошукового і дослідницького характеру) при вивченні основ нанотехнологій у загальноосвітній школі, доцільно, на наш погляд, організацію занять здійснювати на основі особистісно-діяльнісного підходу до процесу навчання. Цей підхід передбачає, зокрема, організацію і управління навчальною діяльністю школяра з урахуванням інтересів та ціннісних орієнтацій для розвитку творчого потенціалу. У межах даного підходу учень вчиться самостійно формулювати та розв'язувати навчальні задачі, працювати з джерелами інформації. Особистісно-діяльнісний підхід до навчання основам нанотехнологій буде більш ефективним при застосуванні інформаційно-комунікативних технологій.

Ураховуючи види навчальної діяльності та методи навчання учнів, що використовуються під час викладання елективних курсів з природничих дисциплін, зокрема, з нанотехнологій, пропонуємо такі основні напрями застосування ІКТ:

- підготовка друкованих роздаткових матеріалів;
- візуалізація нанотехнологічних процесів з використанням технологій мультимедіа (презентації, навчальні відео- та аудіоматеріали, комп'ютерні моделі фізичних експериментів);
- унаочнення змісту задачі (анімовані та статичні ілюстрації, моделі);
- інтерактивне навчання в індивідуальному режимі;
- використання систем віртуальної реальності (віртуальних фізичних лабораторій), моделюючих програм для візуалізації та дослідження реальних нанотехнологічних процесів;
- виконання комп'ютерних лабораторних робіт;
- обробка, аналіз і узагальнення результатів досліджень чи спостережень (побудова таблиць, графіків, написання звітів, підготовка доповідей, рефератів);
- організація централізованого, більш об'єктивного моніторингу якості знань учнів із використанням тестових завдань;
- використання пошукових, інтерактивних та інформаційних можливостей інтернет-ресурсів як учителем, так і учнями.

При викладанні основ нанотехнологій актуальною формою застосування ІКТ є мультимедіа-презентація. Цей вид ІКТ дає змогу висвітлювати головні факти і означення, включати відеофрагменти дослідів, певних фізичних процесів, що відбуваються на нанорівні і є недоступними для безпосереднього спостереження учнями. Крім того, учні самостійно можуть використовувати мультимедіа-супровід при підготовці та захисті доповідей, наукових робіт, результатів лабораторних робіт, проектів тощо.

У процесі викладання основ нанотехнологій можна широко застосовувати комп'ютерні моделі – програмні засоби, що імітують фізичні

досліди з нанооб'єктами, явища, що відбуваються на нанорівні, принцип дії нанотехнологічного обладнання. Комп'ютерна модель дозволяє маніпулювати нанооб'єктами, змінюючи відповідні числові параметри, що характеризують нанооб'єкт. Деякі моделюючі програми дають змогу паралельно з ходом експерименту будувати графіки залежностей фізичних величин, що описують спостережуваний процес чи явище.

Аналіз літературних джерел [8; 11] показує, що можна виділити такі види завдань для учнів, що працюють з комп'ютерними моделями:

– експериментальні задачі, розв'язання яких передбачає планування й постановку відповідного віртуального експерименту;

– розрахункові задачі, результат розв'язання яких необхідно перевірити за допомогою комп'ютера (учням пропонується завдання, які спочатку необхідно виконати в зошиті, а потім перевірити отриману відповідь, поставивши віртуальний експеримент);

– завдання з відсутніми даними (розв'язання таких завдань дозволяє учневі з'ясувати, якого саме параметра не вистачає для вирішення завдання, розв'язати і перевірити розв'язок за допомогою комп'ютерної моделі);

– творчі завдання (у межах даного завдання учню пропонується самостійно скласти та розв'язати завдання, а потім перевірити правильність отриманих результатів за допомогою віртуального середовища);

– дослідницькі завдання, у ході яких необхідно спланувати і провести низку віртуальних експериментів для підтвердження чи спростування певної гіпотези;

– проблемні завдання (за допомогою віртуальних моделей демонструються проблемні ситуації, а потім пропонується самостійно з'ясувати їх причину, використовуючи комп'ютерні моделі).

Учителі широко використовують Інтернет при підготовці до занять та для пошуку необхідної інформації в організації навчально-дослідницької діяльності учнів. Аналіз пошукових систем Інтернету дозволяє констатувати, що на даний час уже існує низка освітніх сайтів, де зібрана інформація про історію розвитку, сучасні досягнення й перспективи нанонауки. Використовуючи доступні інформаційні ресурси електронних енциклопедій, учні та вчителі можуть познайомитися з різними енциклопедичними та довідковими статтями, ілюстраціями, відеофрагментами, цікавими прикладами застосування нанооб'єктів тощо.

На жаль, оснащення фізичних кабінетів більшості шкіл не дозволяє проводити лабораторні роботи із дослідження нанооб'єктів та наноматеріалів, а вивчення нанотехнологій важко уявити без лабораторних робіт із використанням персонального комп'ютера. Але аналіз доступних у режимі он-лайн спеціально розроблених навчально-методичних комплексів («Исследование наноматериалов» (<http://nanoscience-edu.sfedu.ru>), NTSE Virtual Lab (<http://vlab.ntse-nanotech.eu>), «Многомасштабное моделирование

в нанотехнологіях» (<http://nanomodel.ru>), Virtual Science Lab (<http://www.virlab.virginia.edu>) тощо) показує, що в активі викладача фізики є великий інформативний резерв для впровадження основ нанонаук і нанотехнологій в освітній простір сучасної школи.

Навчально-методичний програмний комплекс «Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях» призначений для використання в навчальному процесі навчальних закладів для підтримки окремих освітніх програм, проведення дистанційного навчання, а також у якості віртуального лабораторного практикуму з нанотехнології [3]. Комплекс являє собою платформу з веб-інтерфейсом, у яку інтегровані програми й візуалізатори, призначені для моделювання та розрахунку фізико-хімічних властивостей структур і процесів, що відбуваються на нанорівні. Комплекс включає навчально-дослідницьку програму «Наноконструктор», яка призначена для навчання користувачів основним принципам комп'ютерного моделювання наноструктур і наноматеріалів, закономірностям утворення наноструктур у залежності від фізичних параметрів. Використовуючи різні режими роботи програми, користувачі отримують навички конструювання різних типів наноструктур і наноматеріалів; моделювання процесів, що відбуваються на нанорівні; порівняльного аналізу змін у будові наноструктурних елементів у залежності від параметрів зовнішнього середовища.

Інтерактивний комплекс «Исследование наноматериалов» реалізований як багатофункціональний веб-ресурс портального типу. Пропоновані сервіси охоплюють потреби як процесу активного дистанційного навчання, так і дослідних робіт, які виконуються за допомогою універсальної системи віддаленого доступу до різного географічно розподіленого наукомісткого обладнання [4]. Він включає такі основні компоненти:

- інтерактивний навчально-науковий комплекс, що функціонує в режимі віддаленого доступу на базі електронно-іонного скануючого мікроскопа й рентгенівського фотоелектронного мікрозонда для дистанційного навчання та проведення наукових досліджень у режимі реального часу;

- мережевий мультимедійний навчально-науковий комплекс, що містить інтерактивні програмні симулятори наукоємного обладнання та віртуальні лабораторні роботи з реалістичним графічним 3D-поданням, методичні матеріали та електронні навчальні посібники з блочно-модульною побудовою й тестуванням;

- інформаційну систему, що включає базу даних експериментальних результатів, що дозволяє здійснювати зберігання, пошук, систематизацію і поповнення експериментальних даних.

Нанотехнологічна наукова освітня віртуальна лабораторія (NTSE Virtual Lab) є платформою для проведення уроків, базою навчальних

матеріалів та науково-освітнім центом виконання нанотехнологічних експериментів. До складу віртуальної лабораторії входить Nano-Science Center, який дає можливість вчителям та учням бути в курсі сучасних досягнень нанотехнології [17].

Віртуальна наукова лабораторія університету Вірджинії (Virtual Science Lab) використовує програмне забезпечення для візуалізації передових досягнень науки і техніки, що впливають на наше повсякденне життя. Це програмне забезпечення дозволяє «проникнути» всередину об'єктів, щоб візуалізувати поля і сили. Учні при цьому мають змогу ознайомитися з будовою та принципом дії скануючого тунельного мікроскопу та атомно-силового мікроскопу [18].

Проте недоліком зазначених навчально-методичних комплексів є те, що вони не гармонізовані з українською мовою. Таким чином, учням, які не володіють російською та англійською мовами, буде досить складно працювати з представленими веб-ресурсами.

На етапі визначення рівня навчальних досягнень учнів важливим є використання контролювальних програм. Сучасні комп'ютерні технології дозволяють використовувати різноманітні навчальні програми з фізики, які дають можливість вирішувати задачі з інтерактивним вибором відповіді й аналізом рішення, виконувати цікаві тести в картинках, перевіряти свої знання тощо. Учитель може самостійно створювати тестові завдання.

Варто відзначити характерні особливості реалізації освітнього потенціалу ІКТ у процесі викладання нанотехнологій:

- підвищення пізнавального інтересу учнів до вивчення нанонауки;
- диференціація та індивідуалізація освітньої траєкторії;
- контроль та діагностика якості процесу вивчення нанотехнологій учнями;
- викладання нанотехнологій на науковому рівні;
- можливість різного представлення інформації про одне й те саме фізичне явище чи процес, що відбувається на нанорівні;
- формування навичок самостійного моделювання об'єктів і процесів наносвіту;
- імітація процесів наносвіту, відтворення яких неможливе в умовах шкільного лабораторного експерименту;
- навчальний матеріал стає більш наочним;
- знайомство з будовою та принципом дії нанотехнологічного обладнання;
- використання для обробки результатів дослідження та представлення даних.

Аналіз власного досвіду використання ІКТ у процесі навчання нанотехнологій показує, що це суттєво розширює можливості для творчості учнів, сприяє розвитку дослідницьких, інформаційних, комунікативних

навичок учнів, поглибленню знань про досягнення й перспективи розвитку нанотехнологій. Навчання стає більш індивідуалізованим.

Висновки.

1. Упровадження нанонауки в освітній простір відбувається на тлі складної економічної ситуації в Україні, що створює в освітянських колах загальний песимістичний фон своєчасності, навіть передчасності, пропонованих новацій – уведення нанотехнологічної компоненти в систему шкільної освіти. Проте автори впевнені, що запізнення з уведенням основ нанонаук в освітній простір призведе до ще більшого відставання технологічного розвитку нашої держави навіть при покращенні економічної ситуації, оскільки населення (сьогоднішні учні) не будуть готові до використання й розвитку нових технологій.

2. Інформаційно-комунікаційні технології дають змогу детальніше ознайомити учнів із нанооб'єктами, наноматеріалами та їх властивостями і можливими застосуваннями, у тому числі, на діючих підприємствах свого регіону, з сучасними експериментальними засобами дослідження об'єктів нанометрового діапазону, суттєво підвищити ефективність навчального процесу, орієнтованого на формування навичок самостійної роботи з навчальним матеріалом, уміння планувати виконання дослідницьких завдань, аналізувати отримані дані, робити висновки й оцінювати результати.

3. Використання ІКТ у процесі навчання нанотехнологій є засобом формування інформаційної компетентності учнів.

4. Вивчення основ нанонаук і нанотехнологій, зважаючи на їх мультидисциплінарний характер, призведе до покращення загальної технологічної інформованості суспільства та до зацікавленості у використанні й розвитку передових технологій.

Перспективи подальших наукових розвідок убачаємо в створенні україномовного навчально-методичного комплексу для вивчення нанотехнологій, доступного в режимі онлайн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баловсяк Н. В. Організаційно-педагогічні умови формування інформаційної компетентності / Н. В. Баловсяк // Вісник Луганського педагогічного університету ім. Тараса Шевченка. Педагогічні науки. – 2005. – № 4. – С. 21–26.

2. Величко С. П. Методичні особливості вивчення нанотехнологій у шкільній фізичній освіті / С. П. Величко, В. С. Іваній, І. О. Мороз, Ю. А. Ткаченко // Наукові записки. – Вип. 9. – Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина I. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. – С. 62–70.

3. Виртуальный лабораторный практикум «Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях» [Электронный ресурс]. – М. : Центр фотохимии РАН, 2011 – 2016. – Режим доступа : <http://nanomodel.ru>.

4. Исследование наноматериалов. Интерактивный комплекс для студентов и аспирантов на базе удаленного доступа к многофункциональному оборудованию

[Электронный ресурс]. – Ростов-на-Дону : Южный Федеральный Университет, 2016. – Режим доступа : <http://nanoscience-edu.sfedu.ru>.

5. Іваницький О. І. Управління учителем фізики навчальною діяльністю учнів в умовах комп'ютерного навчання / О. І. Іваницький, В. М. Ковальова // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г Шевченка. – 2010. – № 77. – С. 80–85.

6. Кадченко В. М. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування позитивної мотивації навчання фізики / В. М. Кадченко, К. О. Біла // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г Шевченка. – 2011. – № 89. – С. 85–89.

7. Ліскович О. В. Формування інформаційної компетентності учнів у процесі викладання елективних курсів із фізики засобами інформаційно-комунікаційних технологій / О. В. Ліскович. // Інформаційні технології в освіті. – 2012. – № 13. – С. 203–209.

8. Нанотехнології в освітній галузі : монографія / за заг. ред. І. О. Мороза. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 244 с.

9. Петриця А. Н. До проблеми вдосконалення навчального експерименту з фізики засобами новітніх інформаційних технологій / А. Н. Петриця, С. П. Величко // Наукові записки. – Вип. 77. – Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ імені В. Винниченка, 2008. – Ч. 1. – С. 339–344.

10. Пінчук О. П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій : автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.02 / Ольга Павлівна Пінчук. – К., 2011. – 17 с.

11. Сальник І. В. Деякі проблеми використання комп'ютерного моделювання у навчанні фізики / І. В. Сальник // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія : Педагогічні науки. – 2010. – № 90. – С. 237–240.

12. Тихонова Т. В. Інформаційно-комунікаційні технології професійної діяльності педагога : сутність поняття / Т. В. Тихонова // Науковий вісник Миколаївського державного університету імені В. О. Сухомлинського. Серія : Педагогічні науки. – 2011. – Вип. 1.33. – С. 101–105. – Режим доступу :

http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nvmdup_2011_1.33_24.pdf.

13. Ткаченко Ю. А. Вивчення зарубіжного досвіду викладання основ нанотехнології / Ю. А. Ткаченко, І. О. Мороз // Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, м. Суми, 13–14 квітня 2016 р. / за ред. О. М. Завражної. – Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – С. 53–58.

14. Федоров А. В. Комп'ютерна гра «Перший мільйон» як елемент навчального середовища «Атомна фізика» / А. В. Федоров, В. Д. Шарко // Інформаційні технології в освіті. – 2011. – Вип. 10. – С. 34–40.

15. Шарощенко В. С. Подготовка будущего учителя физики в области нанотехнологий / В. С. Шарощенко, Н. В. Шаронова, И. В. Разумовская // Научно-методический журнал «Школа будущего». – 2015. – С. 55–61.

16. Gorghiu L. M. Teachers' and students' feedback concerning the use of ICT tools in learning science through nanotechnology / L. M. Gorghiu, G. Gorghiu // Recent Researches in Applied Computers and Computational Science (Proceedings of 11th WSEAS International Conference on Applied Computer and Applied Computational Science). – 2014. – P. 194–199.

17. NTSE Virtual Lab [Electronic resource]. – Electronic data and programs. – 2017. – Access mode :

<http://vlab.ntse-nanotech.eu/NanoVirtualLab/>.

18. The University of Virginia Virtual Lab: Homepage [Electronic resource]. – Electronic data and programs. – 2017. – Access mode : <http://www.virlab.virginia.edu/VL/home.htm>.

REFERENCES

1. Balovsiak, N. V. (2005). Orhanizatsiino-pedahohichni umovy formuvannia informatsiinoi kompetentnosti [Organizational and pedagogical conditions of information competence forming]. *Visnyk Luhanskoho pedahohichnoho universytetu im. Tarasa Shevchenka. Pedahohichni nauky*, 4, 21–26. (In Ukrainian).

2. Velychko S. P., Ivani V. S., Moroz I. O., Tkachenko Y. A. (2016). Metodychni osoblyvosti vyvchennia nanotekhnologii u shkilnii fizychnii osviti [Methodological features of studying nanotechnology in school physical education]. *Naukovi zapysky, vol. 9. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnologichnoi osvity. Chastyna I*, 62–70. Kirovohrad: RVV KDPU im. V. Vynnychenka. (In Ukrainian).

3. *Virtualnyi laboratornyi praktykum "Mnohomasshtabnoie modelirovaniie v nanotekhnologiiakh"* [Virtual laboratory practical work "Multiscale modeling in nanotechnologies"]. Retrieved from: <http://nanomodel.ru>. (In Russian).

4. *Issledovaniie nanomaterialov. Interaktivnyi kompleks dlia studentov i aspirantov na baze udalennoho dostupa k mnohofunktsionalnomu oborudovaniuu* [Research of nanomaterials. An interactive complex for students and graduate students on the basis of remote access to the multipurpose equipment]. Retrieved from: <http://nanoscience-edu.sfedu.ru>. (In Russian).

5. Ivanytskyi, O. I., Kovalova, V. M. (2010). Upravlinnia uchytelem fizyky navchalnoiu diialnistiu uchniv v umovakh kompiuternoho navchannia [Management of educational activity of pupils by the teacher of physics in the conditions of computer training]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni T. H. Shevchenka*, 77, 80–85. (In Ukrainian).

6. Kadchenko, V. M., Bila K. O., (2011). Informatsiino-komunikatsiini tekhnologii yak zasib formuvannia pozytyvnoi motyvatsii navchannia fizyky [Information and communication technologies as means of formation of positive motivation of training in physics]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni T. H. Shevchenka*, 89, 85–89. (In Ukrainian).

7. Liskovych, O. V. (2012). Formuvannia informatsiinoi kompetentnosti uchniv u protsesi vykladannia elektyvnykh kursiv iz fizyky zasobamy informatsiino-komunikatsiinykh tekhnologii [Forming of information competence of students in the process of teaching elective courses by means of information and communication technologies]. *Informatsiini tekhnologii v osviti*, 13, 203–209. (In Ukrainian).

8. Moroza, I. O. (Ed.) (2016). *Nanotekhnologii v osvittii haluzi* [Nanotechnologies in education]. Sumy: Vyd-vo SumDPU imeni A. S. Makarenka.

9. Petrytsia, A. N., Velychko, S. P. (2008). Do problemy vdoskonalennia navchalnoho eksperymentu z fizyky zasobamy novitnikh informatsiinykh tekhnologii [To a problem of improvement of an educational experiment on physics by means of new information technologies]. *Naukovi zapysky, Vol. 77. Serii: Pedahohichni nauky. Kirovohrad: RVV KDPU imeni V. Vynnychenka, Part. 1*, pp. 339–344. (In Ukrainian).

10. Pinchuk, O. P. (2011). Formuvannia predmetnykh kompetentnostei uchniv osnovnoi shkoly v protsesi navchannia fizyky zasobamy multymediinykh tekhnologii [Formation of subject competency of basic school students in the process of teaching physics by means of multimedia technologies] (PhD thesis). Kyiv. (In Ukrainian).

11. Salnyk, I. V. (2010). Deiaki problemy vykorystannia kompiuternoho modeliuвання u navchanni fizyky [Some problems of use of computer modeling in the process of teaching physics]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Serii: Pedahohichni nauky, 90*, 237–240. (In Ukrainian).

12. Tykhonova, T. V. (2011). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii profesiinoi diialnosti pedahoha: sutnist poniattia [Information and communication technologies of professional activity of the teacher: concept entity]. *Naukovyi visnyk Mykolaivskoho derzhavnoho universytetu imeni V. O. Sukhomlynskoho. Serii: Pedahohichni nauky, 1.33*, 101–105. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nvmdup_2011_1.33_24.pdf.

13. Tkachenko, Y. A., Moroz, I. O. (2016). Vyvchennia zarubizhnoho dosvidu vykladannia osnov nanotekhnolohii [Studying of foreign experience of teaching bases of nanotechnology]. *Suchasni problemy eksperymentalnoi, teoretychnoi fizyky ta metodyky navchannia fizyky: materialy II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchenykh, m. Sumy, 13–14 kvitnia 2016 r. / za red. O. M. Zavrazhnoi. Sumy: SumDPU imeni A. S. Makarenka*, pp. 53–58. (In Ukrainian).

14. Fedorov, A. V., Sharko, V. D. (2011). Kompiuterna hra “Pershyi milion” yak element navchalnoho seredovyscha “Atomna fizyka” [Computer game “The first million” as element of the educational environment “Atomic Physics”]. *Informatsiini tekhnolohii v osviti, 10*, 34–40. (In Ukrainian)

15. Sharoshchenko, V. S., Sharonova, N. V., Razumovskaia, I. V. (2015). Podhotovka budushcheho uchitelia fiziki v oblasti nanotekhnolohii [Training of the future teacher of physics in the field of nanotechnologies]. *Nauchno-metodicheskii zhurnal “Shkola budushcheho”*, 55–61. (In Russian)

16. Gorghiu L. M., Gorghiu G. (2014), Teachers’ and students’ feedback concerning the use of ICT tools in learning science through nanotechnology. Recent Researches in Applied Computers and Computational Science (Proceedings of 11th WSEAS International Conference on Applied Computer and Applied Computational Science). p. 194–199. (In English).

17. NTSE Virtual Lab. vlab.ntse-nanotech.eu. Retrieved from: <http://vlab.ntse-nanotech.eu/NanoVirtualLab/>. (In English).

18. The University of Virginia Virtual Lab: Homepage. www.virlab.virginia.edu. Retrieved from: <http://www.virlab.virginia.edu/VL/home.htm>. (In English).

РЕЗЮМЕ

Ткаченко Юлия, Балабан Ярослав, Мороз Иван, Стадник Александр. Информационно-коммуникативные технологии в процессе обучения основам нанотехнологий в школьном образовании.

В статье представлены возможности использования информационно-коммуникативных технологий в процессе обучения основам нанотехнологий. Определены основные направления применения информационно-коммуникативных технологий при преподавании нанотехнологий в общеобразовательной школе. Выделены основные виды заданий для учащихся при работе с компьютерными моделями в процессе обучения основам нанотехнологий. Охарактеризованы современные учебно-методические комплексы для изучения нанотехнологий, доступные в режиме онлайн. Раскрыты характерные особенности реализации образовательного потенциала информационно-коммуникативных технологий в обучении основам нанотехнологий.

Ключевые слова: *нанообразование, нанотехнологии, информационно-коммуникативные технологии, виртуальные лабораторные работы, компьютерные модели, компьютерные эксперименты, учебно-методический комплекс.*

SUMMARY

Tkachenko Yuliia, Balaban Yaroslav, Moroz Ivan, Stadnyk Oleksandr. Information and Communication Technologies use for Learning Nanotechnologies in Secondary School.

Incorporating Nanotechnologies in a course of school physics requires an update of material and technical basis and implementation of information and communication technologies. The introduction of educational innovations will promote education informatization, meet educational needs of students and prepare young generation to life in nanotechnological society.

The purpose of the article is to prove the feasibility of using ICT in studying the nanoscience and nanotechnology in secondary school.

The main directions for use of information and communication technologies are listed according to the methods and forms of pupils' education in teaching nanotechnologies: preparation of printed handouts; visualization of nanotechnological processes using multimedia technologies; illustration of content tasks; interactive learning in individual mode; use of virtual reality and modeling software for visualization and research of real nanotechnology process; execution of computer labs; processing and analysis of research findings or observations; use of tests for centralized and more objective monitoring of the quality of students' knowledge; use of search, interactive and informational opportunities of Internet resources by the teacher and students.

Information and communication technologies allow teacher to form pupils' idea about nano-objects, nanomaterials and their properties in more details, to acquaint pupils with modern means of experimental research of nanometer range objects; to increase the efficiency of educational process based on the skills of independent work with educational material, ability to plan execution research tasks, analyze the data, draw conclusions and evaluate the results. The use of information and communication technologies in teaching nanotechnology is a means of formation pupils' information competence.

Features of the implementation of the educational potential of ICT in teaching nanotechnologies were identified: increase of cognitive interest of students to study nanoscience; differentiation and individualization of educational trajectory; control and diagnostics of pupils' knowledge quality on nanotechnology; teaching nanotechnology at academic level; developing skills of modeling objects and processes of nanoworld; nanoworld simulation process that cannot be replicated in the laboratory experiment conditions; acquaintance with the structure and principles of nanotechnology equipment.

The prospects for the future research are seen in creation of Ukrainian educational and methodological complex for studying nanotechnology that will be available online.

Key words: *nanoeducation, nanotechnology, information and communication technologies, virtual labs, computer models, computer experiments, educational and methodological complex.*