

OLENA FENDO
National Pedagogical Dragomanov
University
Ukraine, Kyiv
olena.fendyo@gmail.com

SERGIY PUDCHENKO
National Pedagogical Dragomanov
University
Ukraine, Kyiv
dirkivc@ukr.net

Fendo, O., Pudchenko, S. (2018). Virtual'ni laboratoriyi yak innovatsiyini osvichni tekhnolohiyi u VNZ. [Virtual Laboratories as Innovative Educational Technologies in Higher Educational Institutions]. *Intercultural Communication*, ISSN 2451-0998, vol. 2(5)2018, pp. 175 – 190. (in Ukrainian).
DOI: 10.13166/inco/94707

Virtual Laboratories as Innovative Educational Technologies in Higher Educational Institutions

ABSTRACT

The article deals with innovative educational technologies in higher educational institutions, in particular, the use of virtual laboratories in teaching of natural and mathematical disciplines. Informatization of education, which is observed in the twenty-first century, is an integral part of informatization of society, it necessitates introduction of modern educational technologies into educational process. Thanks to these technologies, it has now been possible to provide distance learning not only to students of one university, but also to territorially separated educational institutions. In addition, innovative educational technologies allow establishing intercultural communication between scientific and pedagogical workers from different countries and nationalities, which seems a perspective field and requires further research.

Purpose. The purpose of the article is to substantiate the expediency of using innovative educational technologies in teaching natural and mathematical disciplines by introducing virtual laboratories into educational process.

Methods. The terminological method used in the article's writing involves clarifying definitions such as "innovation", "innovation technologies", "virtual laboratories", which allows comparing and deeper understanding of the interpretation of these

concepts. The empirical method (experiment) has been used during the testing of virtual laboratories among university students, to confirm the effectiveness of their implementation in distance learning. Through the method of statistical processing one can analyze and compare the number of participants in distance learning and the quality of learning the material.

Results. Global informatization of society requires introduction of educational technologies based on new methodological principles, modern didactic principles in the educational process as well as reconsideration of established psychological and pedagogical values. The use of virtual laboratories as virtual learning environment, along with traditional laboratories, will significantly improve the quality of learning, get the student audience interested in computer simulation of various physical processes and provide opportunity for independent study of the material through virtual experiments. Using the Internet and special software virtual laboratories will allow students to perform distance laboratory work, analyze the obtained results independently, compile reports, and then compare them with the data of real experiments. The introduction of virtual laboratories in the educational process is intended to facilitate the intensification of students' research activities, to interest them in computer simulation of physical processes, which will inevitably contribute to more effective study of the disciplines.

Keywords: *virtual laboratories; educational technologies; innovative technologies; informatization of education; distance learning.*

Віртуальні лабораторії як інноваційні освітні технології у ВНЗ

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто інноваційні освітні технології у ВНЗ, зокрема, використання у навчальному процесі віртуальних лабораторій при викладанні дисциплін природничо-математичного циклу. Інформатизація освіти, яка в ХХІ ст. є невід'ємною складовою інформатизації суспільства, зумовлює необхідність впровадження у навчальний процес сучасних освітніх технологій. Завдяки цим технологіям з'явилась можливість забезпечити дистанційне навчання не лише студентам одного ВНЗ, але й територіально відділеним освітнім закладам. Крім того, інноваційні освітні технології дозволяють на-

лагодити міжкультурну комунікацію науково-педагогічних працівників різних країн та національностей, що є перспективним та потребує подальших досліджень.

Мета: обґрунтувати доцільність використання інноваційних освітніх технологій при викладанні дисциплін природничо-математичного циклу шляхом впровадження у навчальний процес віртуальних лабораторій.

Методи: термінологічний метод дослідження, використаний при написанні статті, передбачає уточнення таких дефініцій як “інновації”, “інноваційні технології”, “віртуальні лабораторії”, що дозволяє порівняти та глибше зрозуміти трактування цих понять. Емпіричний метод (експеримент) використовується під час апробації віртуальних лабораторій серед студентів ВНЗ, для підтвердження ефективності їх впровадження у дистанційне навчання. Метод статистичного опрацювання даних дозволяє проаналізувати та порівняти кількість учасників дистанційного навчання та якість засвоєння навчального матеріалу.

Висновки: глобальна інформатизація суспільства вимагає впровадження в освітній процес інноваційних технологій навчання, які ґрунтуються на нових методологічних засадах, сучасних дидактичних принципах та вимагають переосмислення усталених психолого-педагогічних цінностей. Використання віртуальних лабораторій, як віртуального навчального середовища, поряд із традиційними лабораторіями, дозволить суттєво покращити якість навчання, зацікавить студентську аудиторію до проведення комп’ютерного моделювання різноманітних фізичних процесів, забезпечить можливість самостійного опрацювання матеріалу шляхом проведення віртуальних дослідів та експериментів. Використання мережі Інтернет та спеціального програмного забезпечення віртуальних лабораторій дозволить студентам дистанційно виконувати лабораторні роботи, самостійно аналізувати отримані результати, складати звіти, а потім порівнювати їх з даними реальних експериментів. Впровадження віртуальних лабораторій у навчальний процес покликане сприяти активізації науково-дослідної діяльності студентів, зацікавити їх до проведення комп’ютерного моделювання фізичних процесів, що неодмінно сприятиме ефективнішому засвоєнню навчального матеріалу.

Ключові слова: *віртуальні лабораторії, освітні технології, інноваційні технології, інформатизація освіти, дистанційне навчання.*

Вступ

Євроінтеграція України, яка задекларована у 2005 році, коли Україна отримала статус повноцінного члена Європейського Союзу (ЄС), має на меті поглиблену взаємодію з країнами ЄС у політичному, економічному та правовому просторі. При цьому невід'ємною складовою є процес налагодження з європейськими країнами тісного співробітництва в галузі освіти, пошук ефективних шляхів підвищення її якості та впровадження інноваційних освітніх технологій у навчальний процес.

Запровадження у 2005 році в систему вищої освіти України положень Болонського процесу стало каталізатором модернізації національної системи освіти, сприяло підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних освітніх послуг на світовому ринку, забезпечило можливість створення системи безперервної освіти протягом життя.

Під час історичної 70-ї сесії Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних націй, що проходила в Нью-Йорку 25-27 вересня 2015 року, глави держав та урядів затвердили стратегічні цілі, серед яких підкреслювали важливість інклюзивної та якісної освіти для всіх на шляху забезпечення сталого розвитку, а також наголошували на необхідності подолання кризи в галузі природничо-наукової, технічної, інженерної та математичної освіти, з якими сьогодні зіткнулося світове співтовариство (*UNESCO and Sustainable Development Goals*, 2015).

З огляду на вищесказане вважаємо, що освітній процес у вищих навчальних закладах в еру інформаційних технологій вимагає інтенсивного інноваційного розвитку, в основі якого лежать прогресивні технології навчання та світові освітні тенденції.

Мета: обґрунтувати доцільність використання інноваційних освітніх технологій при викладанні дисциплін природничо-математичного циклу шляхом впровадження у навчальний процес віртуальних лабораторій.

Методи: термінологічний метод дослідження, використаний при написанні статті, передбачає уточнення таких дефініцій як “інновації”, “інноваційні технології”, “віртуальні лабораторії”, що дозволяє порівняти та глибше зрозуміти трактування цих понять. Емпіричний

метод (експеримент) використовується під час апробації віртуальних лабораторій серед студентів ВНЗ, для підтвердження ефективності їх впровадження у дистанційне навчання. Метод статистичного опрацювання даних дозволяє проаналізувати та порівняти кількість учасників дистанційного навчання та якість засвоєння навчального матеріалу.

Інноваційне навчання як ознака сучасної освіти

Перед сучасною вищою школою стоїть особливе завдання – формування потенціалу особистості студента та всебічний розвиток його аналітичних навичок, творчих здібностей та критичного мислення.

В епоху комп'ютеризації та інформатизації освітнього процесу невідворотним є перехід від традиційних методів передачі знань, умінь та навичок до інноваційного навчання. Інновації в освіті передбачають трансформацію традиційної моделі відносин “учень – учитель”, “викладач – студент” до взаємовідносин типу “людина – людина”, де на першому місці стоїть повага до індивідуальності студента, його природних здібностей (Kozyar, 2014, p. 149).

Освітні інновації, прогресивні форми навчання та інтерактивні технології досліджувались багатьма вітчизняними науковцями, зокрема, І.І. Доброскок, В.П. Коцур, С.О. Нікітчина, І.М. Дичківська, С.О. Сисоєва, П.Ю. Сауха.

Згідно Закону України “Про інноваційну діяльність”, інновації – це новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери (*Zakon Ukrainy Pro innovatsiynu diyal'nist'*, 2002). Згідно цього ж Закону, інноваційна діяльність – це діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг (*Zakon Ukrainy Pro innovatsiynu diyal'nist'*, 2002).

І.М. Дичківська розглядає інноваційне (лат. *innovatio* – оновлення, зміна) навчання як зорієнтовану на динамічні зміни в навколишньому світі навчальну та освітню діяльність, яка ґрунтується на розвитку різноманітних форм мислення, творчих здібностей, високих соціально-адаптаційних можливостей особистості (Dychkivs'ka, 2012, р. 4). При цьому саме навчання повинне орієнтуватися перш за все на особистість, забезпечувати їй можливість саморозкриття, сприяти формуванню інтелектуальних, трудових та організаційних навичок. Як результат, роботодавець отримає випускника вищого навчального закладу з актуальними знаннями, високим адаптаційним потенціалом, гнучкістю мислення.

Що ж необхідно розуміти під поняттям “інновації” і як цей термін представлений у дослідженнях вітчизняних науковців, розглянемо більш детально.

Інновації – вперше створені, вдосконалені або застосовані освітні, дидактичні, виховні, управлінські системи, їх компоненти, що суттєво поліпшують результати освітньої діяльності (*Polozhennya pro porjadok...*, 2001).

Інновації (італ. *innovazione* – новизна, нововведення) – нові форми організації діяльності і управління, нові види технологій, які охоплюють різні сфери життєдіяльності людства (Buha, 2006, р. 63).

Інновація освіти – цілеспрямований процес часткових змін, що ведуть до модифікації мети, змісту, методів, форм навчання й виховання, адаптації процесу навчання до нових вимог (Volkova, 2007).

У контексті освітнього процесу, інновації мають на меті введення нового у сам зміст, форми і методи навчання, а також в організацію спільної діяльності учнів (студентів) відповідно до поставленої мети.

Інновації в освіті, за твердженням І.М. Дичківської, необхідно поділяти на наступні групи (Dychkivs'ka, 2012):

1. Залежно від сфери застосування – інновації у змісті освіти, інновацій у технології навчання та виховання, інновації в організації педагогічного процесу та ін.

2. Залежно від масштабу перетворень – часткові (не пов'язані між собою) нововведення, модульні (взаємопов'язані між собою часткові нововведення), системні нововведення (охоплюють весь навчальний заклад).
3. Залежно від інноваційного потенціалу – модифікаційні нововведення (пов'язані з удосконаленням, раціоналізацією, модернізацією аналогу), комбінаторні нововведення (передбачають нове поєднання елементів раніше відомих методик), радикальні нововведення (виникають в результаті творчої інтеграції та сприяють створенню нових навчальних засобів).
4. Залежно від галузі педагогічного знання – виховні нововведення (у галузі виховання), дидактичні нововведення (у галузі навчання) та ін.

С.О. Сисоева наголошує, що сучасний освітній процес повинен базуватися на трьох основних принципах (Sysoyeva, 2011):

1. Принцип неперервності навчання, який мотивує особистість до самовдосконалення та саморозвитку протягом усього життя (Lifelong learning);
2. Принцип відкритості навчання, який ґрунтується на прозорості освіти, її гнучкості та академічній мобільності;
3. Принцип доступності навчання, що передбачає можливість здобуття знань відповідно до своїх можливостей, без будь яких дискримінаційних обмежень.

Узагальнена модель інноваційного навчання у ВНЗ передбачає (Kozyar, 2014):

1. Контекстне навчання, що ґрунтується на інтеграції навчальної, наукової та практичної діяльності студента у контексті його майбутньої професійної діяльності.
2. Імітаційне навчання, яке передбачає імітаційно-ігрові форми навчання у професійному контексті.
3. Проблемне навчання, яке здійснюється через проблематизацію викладачем навчального матеріалу і полягає у самостійному пошуку студентом розв'язку проблемного завдання.

4. Модульне навчання, що має на меті представлення навчального матеріалу у вигляді модуля – автономного організовано-методичного блоку, який опрацьовується студентом відповідно до його індивідуальних можливостей.
5. Дистанційне навчання, що є різновидом самостійного заочного навчання з використанням новітніх інформаційних технологій. Передбачає використання можливостей email та Internet для забезпечення інтерактивності, а також спрощує доступ до освітніх ресурсів.

Отже, інновації в освітньому процесі мають на меті активізувати пізнавальну діяльність студента, інтенсифікувати сам процес навчання, надати можливість самостійно обирати методи засвоєння матеріалу залежно від індивідуальних умінь та навичок.

Інформаційні технології в освітньому процесі

Для якісної підготовки студентів ВНЗ, підвищення загального рівня е-навчання, забезпечення конкурентоспроможності освіти, необхідним є застосування інноваційних технологій навчання, що базуються на сучасних інформаційних технологіях. Інформатизація освітньої галузі повинна відповідати вимогам сучасності та міжнародним стандартам, а це в свою чергу передбачає широке використання комп'ютерних презентацій, електронних словників, підручників і посібників; тестових програм, програм-підручників, програм-тренажерів, словників, довідників, енциклопедій, відеоуроків, бібліотек електронних наочних посібників, тематичних комп'ютерних ігор та ін. У підсумку створюється навчальне професійно орієнтоване інформаційне середовище, що сприяє розвитку основ педагогічної майстерності майбутніх викладачів (Halytsya, 2011, p. 35).

У XXI столітті використання в навчальному процесі новітніх інформаційних технологій, мультимедійних пристроїв, мережі Інтернет та електронної пошти, сприяє покращенню освітнього процесу, підвищує мотивацію студентів до навчання, урізноманітнює методи

навчання, відкриває доступ до електронних освітніх ресурсів та соціальних мереж навчального призначення.

Впровадження інтерактивного навчання з використанням інформаційно-комунікаційних технологій та Інтернет-ресурсів, забезпечує ефективну комунікацію студента з викладачем в режимі он-лайн, дозволяє вирішувати проблемні ситуації, здійснювати їх моделювання, забезпечує зворотній зв'язок, сприяє науково-пошуковій роботі студента.

Дистанційне навчання передбачає широке використання такої інформаційної технології як вебінар або онлайн семінар. Завдяки інтернет-технологіям вебінар володіє найважливішою функцією – інтерактивністю, надаючи учасникам можливість комунікації відповідно до плану семінару (Abdalova & Isakova, 2014; Azimov, 2014).

Використання хмаро-орієнтованих платформ у вищих навчальних закладах надає студентам всюдоступність та навчальну мобільність, забезпечує гнучкість, структурованість, персоналізацію, вмотивованість, сприяє інноваційній діяльності. Завдячуючи хмарним технологіям, студенти мають свободу вибору та часову або географічну незалежність, здійснюють обмін знаннями та досвідом, проходять персоналізоване або колективне навчання. Останнім часом широкого використання набуває хмарний продукт компанії Microsoft, що має назву Microsoft Office 365. Цей сервіс надає можливості безкоштовного обміну текстовими і голосовими повідомленнями, онлайнowego створення та редагування документів тощо (Корпняк, Lytvynova, 2015).

Система мультимедіа на сьогоднішній день є однією з провідних напрямів розвитку інформаційних технологій. Мультимедіа це – повноцінне об'єднання комп'ютерних та інших інформаційних технологій: відео-, аудіо-, фото-, кіно-, телекомунікацій (телефон, телебачення, радіозв'язок), не говорячи про текст і графіку як статичну, так і динамічну (анімаційну) (Нуревуш, Konoshevs'kyu, 2004). Дана технологія сприяє активізації пізнавальної діяльності студента, забезпечує контроль знань, реалізує більшість методів навчання.

Віртуальні лабораторії у викладанні дисциплін природничо-математичного циклу

Електронне навчання (e-learning) у вищих навчальних закладах – це різновид навчання, який реалізований з допомогою інформаційних технологій і направлений на організацію системи самостійного, заочного або дистанційного навчання. З його допомогою можна індивідуалізувати зміст освіти, забезпечити гнучкість організаційних форм, спростити обмін інформацією. Одним з різновидів електронного навчання є віртуальні лабораторії.

Віртуальні лабораторії є ефективною формою вивчення дисциплін саме природничо-математичного циклу (фізики, хімії, біології та інших). Дослідженням питання використання віртуальних лабораторій займалися наступні науковці: Т.В. Підгорна, І.Б. Галелюк, Т.О. Клименко, Т.М. Гранкіна, Т.І. Нарожна, М.Н. Морозов, А.В. Трухін.

Для кращого розуміння поняття “віртуальна лабораторія”, розглянемо деякі його трактування. Як зазначає Д.І. Троїцький, віртуальна лабораторна робота – це інформаційна система, що інтерактивно моделює реальний технічний об’єкт та його суттєві для вивчення властивості із застосуванням засобів комп’ютерної візуалізації (Troitskiy, 2008).

А.В. Трухін розглядає віртуальну комп’ютерну лабораторію як комп’ютерну програму або комплекс програм, що здійснює комп’ютерне моделювання деяких процесів (Trukhin, 2005). Також А.В. Трухін у праці (Trukhin, 2002) трактує віртуальну лабораторію як програмно-апаратний комплекс, що дозволяє проводити досліди без безпосередньої взаємодії з реальною установкою або при повній її відсутності. У першому випадку ми маємо справу з так званою лабораторною установкою з віддаленим доступом, до складу якої входить реальна лабораторія, програмно-апаратне забезпечення для керування установкою і оцифруванням отриманих даних, а також засоби комунікації. У другому випадку всі процеси моделюються за допомогою комп’ютера.

За твердженням О.В. Семеніхіної та В.Г. Шамо́ня, віртуальна лабораторія – це віртуальне навчальне середовище, яке дозволяє моде-

лювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі і допомагає в оволодінні новими знаннями та вміннями. Така лабораторія може виступати апаратом досліджень різних природних явищ з можливістю побудови їх математичних і фізичних моделей (Semenikhina & Shamonya, 2011).

На фізико-математичному факультеті Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова створена та функціонує сучасна фізична мультимедійна лабораторія. Використовуючи лабораторний практикум видатного фізика, доктора технічних наук, професора В.П. Душенка, який очолював кафедру загальної фізики НПУ імені М.П. Драгоманова у 1968-1985 роках, розроблені осучасненні лабораторні роботи з використанням персональних комп'ютерів, аналого-цифрових перетворювачів і мультимедійного обладнання (Baranovs'kuu & Berezhnyu, 1992). За допомогою складних електронних схем, начних стендів та іншого лабораторного обладнання студенти мають можливість досліджувати та виконувати лабораторні роботи, передбачені навчальним планом підготовки бакалаврів та магістрів.

Віртуальні лабораторії використовують у процесі підготовки студентів НПУ імені М.П. Драгоманова, як допуск до виконання реальної лабораторної роботи безпосередньо в аудиторії, що дозволяє їм отримати практичні навички проведення фізичного експерименту, ознайомитися з комп'ютерною моделлю досліджуваного об'єкта, навчитися аналізувати отримані результати і представляти їх у вигляді звітів, розвивати творчі здібності та вдосконалювати професійні навички, сприяє ефективному засвоєнню навчального матеріалу.

Віртуальні лабораторії незамінні при підготовці до лабораторних занять студентів заочної та дистанційної форми навчання, оскільки дозволяють дистанційно опанувати методику вивчення фізичних процесів та явищ, а потім провести експерименти на сучасному обладнанні у стінах мультимедійної лабораторії. Під час складання іспитів з підготовки фізиків освітнього рівня бакалаврів і магістрів, білети обов'язково містять питання щодо проведення лабораторних робіт. Студенти виконують ці лабораторні роботи за допомогою віртуаль-

них лабораторії у приміщенні цієї лабораторії. Це дозволяє залишити незмінним принцип підготовки фізиків – фізичний експеримент, але в умовах сучасності – віртуальний. Цей підхід є продовженням традицій, започаткованих ще професором В.П. Душенком у стінах НПУ імені М.П. Драгоманова. У свій час він впроваджував у навчальних та наукових лабораторіях малу електронно-обчислювальну техніку при обробці результатів фізичних вимірювань та досліджень, тоді це були програмовані мікрокалькулятори тощо (Kucheruk, 1981).

У лабораторії використовують “Універсальний комп’ютерний вимірювальний прилад” – далі “Вимірювальний прилад”, який є складовою частиною “Мультимедіа лабораторії ІТМ” і може використовуватись як самостійний засіб у навчальному процесі з природничих та технологічних дисциплін для вимірювання фізичних величин, та створення “мультимедійних проєктів” – електронних засобів навчання на основі даних вимірювань та відеозаписів. “Вимірювальний прилад” розраховано на роботу з аналоговими та цифровими вимірювальними датчиками, джерелами цифрових та аналогових відеосигналів.

Основне призначення “Вимірювального приладу” – підвищення ефективності процесу навчання з природничих та технологічних дисциплін, автоматизація навчального експерименту.

“Універсальний комп’ютерний вимірювальний прилад” відповідає вимогам ТУ У 32.330591280-001-2004 та забезпечує виконання наступних функцій:

- вимірювання фізичних величин,
- запис результатів вимірювання,
- відображення результатів вимірювань у вигляді цифрових таблиць, таблиць, графіків на екрані комп’ютера або проєкційному екрані,
- експорт даних в формат Excel,
- синхронний запис даних вимірювань та відеозображень ходу експерименту,
- одночасне вимірювання декількох фізичних величин,

- ▶ активізація процесу вимірювань за амплітудою вимірюваного сигналу, або за імпульсом зовнішньої синхронізації,
- ▶ створення мультимедійного проекту експерименту (в складі текстового файлу опису, відеоролика з поясненнями сутності експерименту, групи файлів з даними ходу експерименту) з подальшим відтворенням на будь-якому комп'ютері.

“Вимірювальний прилад” має чотири входи для підключення зовнішніх пристроїв (аналогових та цифрових датчиків, устаткування) та має вхід типу USB для підключення до комп'ютера. Обмін даними між комп'ютером та електронним блоком, а також живлення електронного блока і датчиків, здійснюється через з'єднувальний шнур USB.

Принцип роботи “Вимірювального приладу” ґрунтується на перетворенні сигналів датчиків вимірювання фізичних величин на цифрові дані та їх подальшій обробці. Сигнали від аналогових та цифрових датчиків підключаються до відповідних входів електронного блоку. З входів сигнали подаються на аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Дані, отримані від АЦП через порт USB передаються до комп'ютера. Алгоритм роботи електронного блоку задається програмно. Користувач, має можливість підключити необхідні датчики, налагодити режими вимірювання, задати спосіб відображення результатів вимірювань (налагодити інтерфейс), здійснити відеозапис ходу експерименту синхронно з даними вимірювань, вибрати важливі моменти ходу експерименту та багаторазово відтворити їх на екрані комп'ютера, експортувати дані вимірювань для подальшої обробки до електронних таблиць MS Excel.

Висновки

Можна підсумувати, що використання інноваційних технологій в освітньому процесі вищого навчального закладу є невід'ємною складовою формування всебічно розвиненої особистості і незаперечною вимогою часу. Саме інноваційні технології сприяють зростанню педагогічної майстерності та фахової компетентності випускників

ВНЗ, а також зміцнюють позиції навчальних закладів України на європейському ринку освітніх послуг.

Віртуальна лабораторія, як складова інноваційних технологій, є ефективним інструментом підготовки студентів до виконання реального досліду та експерименту, що дозволяє підвищити інтерес до вивчення різноманітних фізичних процесів, забезпечує можливість самостійного опрацювання матеріалу шляхом проведення віртуальних дослідів, сприяє ефективному засвоєнню матеріалу.

References

- Abdalova O., Isakova O. (2014). Ispol'zovaniye tekhnologiy elektronnoho obucheniya v uchebnoy protsesse. [Use of e-learning technologies in the educational process]. *Distantionnoye i virtual'noye obucheniye. [Remote and virtual training]*. Moscow, No. 12, pp. 50-55. (in Russian).
- Azimov E. (2014). Massovyye otkrytye onlayn-kursy v sisteme sovremennogo obrazovaniya. [Mass open online courses in the system of modern education]. *Distantionnoye i virtual'noye obucheniye. [Remote and virtual training]*. Moscow, No. 12, pp. 4-12. (in Russian).
- Baranovs'kyy V., Berezhnyy P. (1992). *Zahal'na fizyka: Laboratornyy praktykum: Navchal'nyy posibnyk dlya pedahohichnykh instytutiv. [General Physics: Laboratory Workshop: A Manual for Pedagogical Institutions]*. Ed. I. Horbachuk. Kyiv: Vyshcha shkola, 1992, 510 p. (in Ukrainian).
- Buha N. (2006). Stanovlennya naukovoyi ta innovatsiynoyi diyal'nosti u vyshchyykh navchal'nykh zakladakh. [Formation of scientific and innovative activity in higher educational establishments]. *Ekonomist. [Economist]*. No. 9, pp. 60-64. (in Ukrainian).
- Daliuk N. (2017). Orhanizatsiya navchannya z vykorystannyam dystantsiynykh tekhnolohiy u VNZ [Organization of training with the usage of distant technologies at the higher educational institutions]. *Intercultural Communication*, 3(2), pp. 161–180. (in Ukrainian).
- Dychkivs'ka I. (2012). *Innovatsiyni pedahohichni tekhnolohiyi: pidruchnyk. [Innovative pedagogical technologies: textbook]*. Kyiv: Akademvydav, 349 p. (in Ukrainian).
- Fedorova Yu., Kazanskaya A. (2012). *Laboratornyy praktikum po fizike s primeneniyem tsifrovyykh laboratoriy: Kniga dlya uchitelya. [Laboratory practical work on*

- physics using digital laboratories: Teacher's book*]. Ed. Yu. Fedorova. Moscow: Binom, 190 p. (in Ukrainian).
- Halutsya I. (2011). *Innovatsiyni mekhanizmy aktyvizatsiyi pedahohichnoho i naukovo-ho protsesiv. [Innovative mechanisms of activation of pedagogical and scientific processes]*. Kyiv: Vyshcha shkola. No. 7/8, pp. 31-37. (in Ukrainian).
- Hurevych R., Konoshevs'kyi L. (2004). *Suchasni informatsiyni zasoby navchannya. [Modern information learning tools]*. Vinnytsia: Vinnytsia Mykhaylo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 535 p. (in Ukrainian).
- Kopnyak N., Lytvynova S. (2015). *Modelyuvannya y intehratsiya servisiv khmaro oriyentovanoho navchal'noho seredovyshcha. [Simulation and integration of cloud-oriented learning environment services]*. Ed. S. Lytvynova. Kyiv: TsP "Kompynt", 163 p. (in Ukrainian).
- Kozyar M. (2014). Innovatsiyni tekhnolohiyi navchannya v diyal'nosti VNZ. [Innovative learning technologies in higher education]. *Problemy ta perspektyvy formuvannya natsional'noyi humanitarno-tekhnichnoyi elity. [Problems and prospects of the formation of the national humanitarian and technical elite]*. Kharkiv: NTU "KhPI", No. 38-39(42-43), pp. 142-151. (in Ukrainian).
- Kucheruk I. (1981). *Obrabotka rezul'tatov fizicheskikh izmereniy: Uchebnoye posobiye dlya pedagogicheskikh institutov. [Processing of the results of physical measurements: A manual for pedagogical institutes]*. Kyiv: Vysshaya shkola, 216 p. (in Ukrainian).
- Pidhorna T. (2014). *Virtual'ni laboratoriyi yak zasib intelektual'noho rozvytku. [Virtual labs as a means of intellectual development]*. Retrieved (23.12.2017) from: <http://www.newlearning.org.ua/content/tezi-dopovidey-3-yi-mizhnarodnoyi-naukovopraktichnoyi-konferencyi-virtualniy-osvitniy>. (in Ukrainian).
- Polozhennya pro poryadok zdiysnennya innovatsiynoyi osvith'oyi diyal'nosti. [Regulation on the procedure for the implementation of innovative educational activities]. (2001). *Dyrektor shkoly. [School Director]*. No. 4(148), pp. 7. (in Ukrainian).
- Pyekhova O., Kiktenko A. (2001). *Osvitni tekhnolohiyi. [Educational technologies]*. Kyiv: A.S.K., 256 p. (in Ukrainian).
- Semenikhina O., Shamonya V. (2011). Virtual'ni laboratoriyi yak instrument navchal'noyi ta naukovoyi diyal'nosti. [Virtual labs as an educational and research tool]. *Pedahohichni nauky: teoriya, istoriya, innovatsiyni tekhnolohiyi. [Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies]*. Sumy: Sumy Makarenko State Pedagogical University. No. 1(11), pp. 341-345. (in Ukrainian).

- Syrotenko H. (2006). Innovatsiyna diyal'nist' pedahoha: vid teoriiy do uspiyku. [Innovative activity of the teacher: from theory to success]. *Informatsiyno-metodychnyy zbirnyk. [Informational and methodical collection]*. Poltava: POIPPO, 124 p. (in Ukrainian).
- Sysoyeva S. (2011). *Interaktyvni tekhnolohiyi navchannya doroslykh. [Interactive adult learning technologies]*. NAPN Ukrayiny, Instytut pedahohichnoyi osvity i osvity proroslykh. Kyiv: VD "EKMO", 320 p. (in Ukrainian).
- Troitskiy D. (2008). Virtual'nyye laboratornyye raboty v inzhenerenom obrazovanii. [Virtual laboratory work in engineering education]. *Interaktivnyye elektronnyye tekhnicheskije rukovodstva. [Interactive electronic technical manuals]*. No. 2, pp. 67–71. Retrieved (27.12.2017) from: <http://www.quality-journal.ru/data/article/375/files/Binder13.pdf>. (in Russian).
- Trukhin A. (2002). Ob ispol'zovanii virtual'nykh laboratoriy v obrazovanii. [On the use of virtual laboratories in education]. *Otkrytoye i distantsionnoye obrazovaniye. [Open and distance education]*. No. 4, pp. 81-82 (in Russian).
- Trukhin A. (2005). Vidy virtual'nykh komp'yuternykh laboratoriy. [Types of virtual computer laboratories]. *Informatsionnyye tekhnologii v vysshem obrazovanii. [Information technology in higher education]*. No. 2, pp. 58–67. (in Russian).
- UNESCO and Sustainable Development Goals. Retrieved (05.01.2018) from: <https://en.unesco.org/sdgs>.
- Volkova N. (2007). *Pedagogika. [Pedagogy]*. Kyiv: Akademvydav, 616 p. (in Ukrainian).
- Zakon Ukrayiny Pro innovatsiynu diyal'nist' (2002). [Law of Ukraine "On Innovation Activity"]. Retrieved (20.12.2017) from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/40-15>. (in Ukrainian).

Received: 12.01.2018

Accepted: 17.08.2018